

ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE
FAKULTA STAVEBNÍ



BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

2017

David Pálenský



ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE

Fakulta stavební

Katedra konstrukcí pozemních staveb

Průzkum a návrh rekonstrukce historického domu ve Cvikově

Survey and Reconstruction Proposal of Historic House in Cvikov

Bakalářská práce

Studijní program: Stavební inženýrství

Studijní obor: Konstrukce pozemních staveb

Vedoucí práce: Ing. Radek Zigler, Ph.D.

David Pálenský

Praha 2017



ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

I. OSOBNÍ A STUDIJNÍ ÚDAJE

Příjmení: Pálenský Jméno: David Osobní číslo: 424474

Zadávací katedra: k124 - Katedra konstrukcí pozemních staveb

Studijní program: Stavební inženýrství

Studijní obor: Konstrukce pozemních staveb

II. ÚDAJE K BAKALÁŘSKÉ PRÁCI

Název bakalářské práce: Průzkum a návrh rekonstrukce historického domu ve Cvikově

Název bakalářské práce anglicky: Survey and Reconstruction Proposal of Historic House in Cvikov

Pokyny pro vypracování:

Vypracujte zjednodušený stavebně technický průzkum objektu, proveďte hodnocení stavebně technického stavu jednotlivých konstrukcí, analýzu příčin poruch, stanovte nutná sanační opatření a vypracujte zjednodušenou výkresovou dokumentaci objektu s vyznačením jednotlivých poruch.

Seznam doporučené literatury:

1. Witzany, J. a kol: Sanace a rekonstrukce zděných budov I., Stavební informace, Praha 2005
2. Witzany, J. a kol: Sanace a rekonstrukce zděných budov – ochrana proti vlhkosti a radonu, Stavební informace, Praha 2006
3. Witzany, J. a kol: Rekonstrukce, poruchy a sanace betonových konstrukcí, Stavební informace, Praha 2004
4. Witzany, J., Čejka, T., Zigler, R.: Zděné valené klenbové konstrukce, Stavební ročenka 2006, Bratislava 2005
5. Witzany, J., Čejka, T., Zigler, R.: Stanovení zbytkové únosnosti existujících zděných konstrukcí, Stavební obzor 2008, roč. 17, č. 9, Praha 2008
6. Witzany, J., Čejka, T.: Výzkum fyzikálně mechanických vlastností porézních zdících prvků, Stavební obzor 2008, roč. 17, č. 10, Praha 2008

Jméno vedoucího bakalářské práce: Ing. Radek Zigler, Ph.D.

Datum zadání bakalářské práce: 28.2.2017

Termín odevzdání bakalářské práce: 28. 5. 2017

Podpis vedoucího práce

Podpis vedoucího katedry

III. PŘEVZETÍ ZADÁNÍ

Beru na vědomí, že jsem povinen vypracovat bakalářskou práci samostatně, bez cizí pomoci, s výjimkou poskytnutých konzultací. Seznam použité literatury, jiných pramenů a jmen konzultantů je nutné uvést v bakalářské práci a při citování postupovat v souladu s metodickou příručkou ČVUT „Jak psát vysokoškolské závěrečné práce“ a metodickým pokynem ČVUT „O dodržování etických principů při přípravě vysokoškolských závěrečných prací“.

28.2.2017

Datum převzetí zadání

Podpis studenta(ky)

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci vypracoval samostatně a všechny použité prameny a literatura jsou uvedeny v seznamu citované literatury.

Nemám námitek proti použití tohoto školního díla ve smyslu §60 Zákona č. 121/2000 sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon).

V dne

.....

podpis

Poděkování

Srdečně děkuji vedoucímu práce Ing. Radku Ziglerovi, Ph.D. za podnětné a cenné vedení práce, za poskytnuté odborné znalosti v problematice rekonstrukcí a stavebně-technického průzkumu historických staveb a za vstřícné jednání.

Dále bych chtěl poděkovat majitelce objektu Evě Majerové za možnost prozkoumat tuto historickou budovu ze stavebně-technického hlediska, Karlu a Jiřině Marešovým, prof. Ing. JUDr. Karlu Košťálovi, CSc. za poskytnuté informace týkajících se historie objektu, RNDr. Peteru Pálenskému za pomoc při zpracování inženýrsko-geologického průzkumu a v neposlední řadě konzultantkám Ing. Zuzaně Rácové, Mgr. Pavle Ryparové a Ivaně Loušové za jejich pomoc při laboratorních zkouškách a konzultaci v rámci problematiky biodegradačních procesů. Závěrem děkuji celé své rodině a svým blízkým, kteří mě podporovali a inspirovali.

Abstrakt

Bakalářská práce *Průzkum a návrh rekonstrukce historického domu ve Cvikově* se v úvodní části věnuje stručné identifikaci zkoumaného objektu v podobě historie města a samotného objektu, popisu základních technických parametrů objektu, jeho účelu, umístění, charakteristice okolních ploch a napojení na inženýrské sítě.

Hlavní část práce tvoří stavebně-technický průzkum a analýza poruch a vad objektu. Stavebně-technický průzkum definuje jednotlivé konstrukce (základové, svislé, vodorovné, konstrukce krovu a povrchové úpravy) a popisuje jejich aktuální technický stav. Součástí průzkumu je předběžný vlhkostní průzkum a určení geotechnických parametrů. Cílem stavebně-technického průzkumu je vyhotovení výkresové dokumentace zobrazující konstrukční řešení objektu a materiály konstrukčních prvků.

Analýza poruch a vad objektu popisuje všechny globální i lokální nalezené poruchy a vady a zkoumá jejich příčiny a důsledky, především se pak zabývá problematikou biodegradačních procesů. Analýza slouží pro předběžný návrh sanace poruch a určení jejich rozsahu a technologické náročnosti. Cílem této kapitoly je zakreslení nalezených poruch a vad do samostatné výkresové dokumentace, jejich ilustrace v podobě fotodokumentace a návrh sanace poškozených konstrukcí.

Hlavním cílem této práce je provedení stavebně-technického průzkumu včetně analýzy poruch a vad konstrukcí daného objektu, jehož součástí je fotodokumentace a výkresová dokumentace zobrazující porušený a neporušený stav budovy. Na základě těchto poznatků jsou následně navrženy předběžné, či konečné sanace poškozených konstrukcí vzhledem k jejich rozsahu, typu poškození a náročnosti technologického provedení.

Hlavním výsledkem práce jsou identifikace a popis všech konstrukcí objektu, předběžný vlhkostní průzkum, analýza poruch a vad objektu, vypracování výkresové dokumentace zobrazující neporušený a porušený stav budovy, předběžný návrh sanace zjištěných poruch, podrobnější návrh sanace dvou nejvýznamnějších poruch v podobě klenbové konstrukce v místnosti 1.06 a oblastí zasažených dřevokaznými houbami. Závěrem je zhodnocení celkového stavu budovy.

Klíčová slova

Návrh sanace, stavebně-technický průzkum, analýza poruch a vad konstrukcí, biodegradační procesy, výkresová dokumentace, vlhkostní průzkum, fotodokumentace

Abstract

This Bachelor Thesis *Survey and Reconstruction Proposal of Historic House in Cvikov* is devoted in the first part to brief identification of the studied object in the form of the history of the city and the object itself, description of the basic technical parameters of the object, its purpose, location, characteristics of surrounding areas and connection to engineering networks.

The main part of the work consists of construction and technical survey and analysis of failures and defects of objects. The construction and technical survey defines individual structures (foundation, vertical, horizontal, truss construction and surface treatment) and describes their current technical state. Part of the survey is a preliminary humidity survey and determination of geotechnical parameters. The aim of the construction and technical survey is to work out a drawing documentation depicting the structural design of the building and materials of the structural elements.

Analysis of failures and defects of the object describes all the global and local detected failures and defects and examines their causes and consequences, especially the issue of biodegradation processes. The analysis is used for the preliminary proposal of failures restoration and determination of their extent and technological difficulty. The aim of this chapter is to mark out detected failures and defects into a separate drawing documentation, their illustrations in the form of photographic documentation and proposal of restoration of the damaged structures.

The main objective of this work is to carry out a construction and technical survey including analysis of failures and defects of the structure of the stated building, including photographic documentation and drawing documentation depicting the damaged and intact state of the building. Based on these findings, subsequently propose preliminary or final restoration of the damaged structures due to their extent, type of damage and the complexity of the technological design.

The main result of the work is identification and description of all structures of the building, preliminary humidity survey, analysis of failures and defects of the building, elaboration of drawing documentation depicting the intact and broken state of the building, preliminary proposal of restoration of detected failures, detailed proposal of the two most significant defects in the form of vault construction in room 1.06 and areas affected by wood-destroying fungi. The conclusion is an assessment of the overall condition of the building.

Keywords

Restoration proposal, construction and technical survey, analysis of failures and defects, biodegradation processes, drawing documentation, humidity survey, photographic documentation

Obsah

ÚVOD.....	10
1. HISTORIE A IDENTIFIKACE OBJEKTU	11
1.1 Historie města Cvikov.....	11
1.2 Identifikace objektu	11
1.3 Historie objektu	12
1.4 Umístění objektu, okolní plochy a inženýrské sítě	13
1.5 Fotodokumentace pohledových stran objektu	14
2. STAVEBNĚ-TECHNICKÝ PRŮZKUM OBJEKTU	16
2.1 Inženýrsko-geologický průzkum, geotechnické poměry	16
2.2 Základové konstrukce, podezdívka	17
2.2.1 Materiál a rozměry	17
2.2.2 Současný stav	17
2.2.3 Výhody a nevýhody pískovce	17
2.3 Svislé nosné konstrukce	18
2.3.1 Zdi z pískovcových kvádrů.....	18
2.3.2 Dřevěná roubená konstrukce	18
2.3.3 Hrázďená konstrukce.....	19
2.4 Vodorovné konstrukce	20
2.4.1 Dřevěný trámový strop	20
2.5 Klenby.....	20
2.6 Schodiště.....	21
2.7 Krov, střešní krytina, komínové těleso.....	22
2.7.1 Vazby a spoje, odvodnění, komínové těleso.....	22
2.7.2 Ztužení a prostorová tuhost.....	23

2.7.3	Vady a poruchy	24
2.8	Podlahy a povrchové úpravy	24
2.9	Předběžný vlhkostní průzkum	25
3.	ANALÝZA PORUCH A VAD OBJEKTU, PŘEDBĚŽNÝ NÁVRH SANACÍ.....	28
3.1	Obecné příčiny poruch a degradace konstrukce	28
3.2	Nalezené vady a poruchy, jejich popis, příčiny a důsledky	28
3.3	Ilustrace nalezených poruch a vad.....	34
3.4	Rozsah zasažení dřevokaznými houbami	40
3.5	Realizované zásahy po roce 2010 a jejich současný stav	41
3.5.1	Zásahy proti dřevokazným houbám.....	41
3.5.2	Komínové těleso, střešní krytina	41
3.6	Předběžný návrh sanací, rozsah a složitost	42
3.7	Stanovení druhu dřevokazných hub a plísňí	45
3.7.1	Dřevokazné houby	45
3.7.2	Mikromycety (plísně).....	46
3.8	Návrh sanace konstrukcí zasažených dřevokaznými houbami.....	49
3.9	Návrh sanace klenbové konstrukce v M1.06	50
	ZÁVĚR.....	55
	LITERATURA	57
	SEZNAM PŘÍLOH	58

ÚVOD

Na územní České republiky nalezneme velké množství dobových staveb roubené lidové architektury, jejíž značný rozvoj proběhl ve 14. století v období středověku a jejíž stavební materiály a technologie se používají už od nepaměti.

Každý známe typická páteční odpoledne, při kterých pracovní doba končí neoficiálně o něco dříve než jiné všední dny. Lidé opouštějí města a vyráží na své tzv. chalupy, aby si odpočinuli od chaotického ducha měst a dočasně unikli pracovním povinnostem. Právě na těchto cestách můjme skvosty českého venkova v podobě nejrůznějších roubených staveb, které svým pestrým a členitým vzhledem vyčnívají více než ty ostatní. Pravděpodobně proto, že v nich vidíme něco typického pro naši historii. Nicméně roubené stavby nejsou pouze minulostí, jelikož v dnešní době, jak si lze snadno povšimnout, procházejí značným obrozením, a staví se nové a nové.

Důvod, proč jsem si vybral tuto typickou lidovou roubenou budovu, a nikoliv významnou sakrální stavbu, je velmi prostý. Jednoduše řečeno jsem chtěl zjistit, jakým způsobem se tyto historické budovy stavěly, jaká byla použita technologie, jaké byly důvody pro výběr materiálů, jaké jsou funkční výhody a nevýhody oproti dnešním budovám. Jelikož jsem doposud znal a učil se pouze o stavitelství novodobém, chtěl jsem nahlédnout do historie, kde neexistovaly počítače a technologie byla velmi prostá, a tím lépe pochopit a vytvořit si svůj vlastní pohled na tento progresivní vývoj.

Hlavním cílem této práce je provedení stavebně-technického průzkumu včetně analýzy poruch a vad konstrukcí daného objektu, jehož součástí je fotodokumentace a výkresová dokumentace zobrazující porušený a neporušený stav budovy. Na základě těchto poznatků jsou následně navrženy sanace poškozených konstrukcí vzhledem k jejich rozsahu, typu poškození a náročnosti technologického provedení.

1. HISTORIE A IDENTIFIKACE OBJEKTU

1.1 Historie města Cvikov

Město Cvikov se nachází v Libereckém kraji v okrese Česká Lípa v jižní části vnitřního okraje Lužických hor v nadmořské výšce 357 m. Počet obyvatel čítá 4 460 osob. Do katastru města spadají také místní části Drnovec, Trávník, Naděje, Lindava, Svitava a Záhořín. Město a jeho blízké okolí je vyhlášenou rekreační oblastí. Mezi hlavní turistické zajímavosti patří goticko-renesanční kostel sv. Alžběty Uherské, raně barokní morový sloup, socha sv. Prokopa, v okolí pak Křížový vrch, Zelený vrch, přehrada Naděje, zřícenina středověkého hradu a skalní masív Milštejn a mnoho dalších. Městským znakem je znak panského rodu Berků z Dubé. [1]

Cvikov jako osada byl založen ve 13. století v rozšířeném údolí po obou stranách Boberského potoka. Povýšení na město se mu dostalo v roce 1391 a patřil k panství milštejskému a poté k zákupskému. Život města významně ovlivňovala Pražsko-Žitavská silnice zřízená Vratislavem II., proto se zde soustřeďoval obchod a řemesla. Nejvýznamnějším průmyslovým odvětvím bylo tkalcovství, dále se zde zušlechťovalo sklo rytím a broušením, zpracovávalo dřevo a vyráběly strojírenské výrobky. Roku 1634 město vyhořelo. V roce 1680 vypukla morová epidemie. Zároveň v tomto roce vypukla na panství velká rebelie sedláků, kteří se zde shromáždili z okolních obcí a po dobu dvou dní se bránili na Zeleném vrchu proti vojsku generála Piccolominiho. Za 2. světové války se ve zdejší textilce vyráběly letecké padáky. Poblíž města působila odbojová skupina Waltro. Ve městě se dochovala řada krásných lidových staveb. [2]

1.2 Identifikace objektu

Objekt se nachází v Libereckém kraji ve městě Cvikov v ulici Martinovo údolí 238. Předmětem projektu je historický dům z konce 19. století. Objekt je tvořen kombinací různých konstrukčních systémů a materiálů, které jsou charakteristické pro místní lidovou architekturu. Jedná se o patrový podstávkový dům s tzv. komoro-chlévní dispozicí. [3] První vstupní nadzemní podlaží zahrnuje dřevěnou roubenou konstrukci a zděnou/hrázděnou konstrukci v kombinaci s pískovcovými stěnami a podezdívkou. Druhé nadzemní podlaží je tvořeno hrázděnou konstrukcí z plných cihel pálených

a dřevěných trámů. Budova je dvoupodlažní nepodsklepená obdélníkového půdorysu cca 13,0 x 9,5 m, zastřešena strmou pultovou střechou v podobě hambálkového krovu. Objekt spadá pod katastrální území Cvikov (okres Česká Lípa) a pozemek se skládá z jedné parcely stavební a ze tří pozemkových. Objekt se nachází v nadmořské výšce přibližně 361,5 m Bpv. Nyní slouží pouze pro sezónní rekreační účely.

1.3 Historie objektu

Budova byla postavena v roce 1886 a vlastnil ji Němec, který sympatizoval s nacistickou ideologií. Objekt sloužil jako hostinec, v 2. NP v místě hlavního pokoje se nacházel taneční parket. Po 2. světové válce došlo k odsunutí Němců a objekt připadl do vlastnictví města. Roku 1947 budovu koupil Karel Plicka, který byl významnou českou a slovenskou osobností v oblasti etnografie, folklóru a fotografie. V roce 1968 byl jmenován národním umělcem a také je držitelem Řádu Tomáše Garriguea Masaryka. [4] Objekt využíval rekreačně. V době penze zde bydlel trvale. Po jeho smrti v roce 1987 budovu koupila rodina Gregorova, se kterou se Karel Plicka přátelil. V současné době objekt vlastní dcera Eva Majerová roz. Gregorová.

Vzhledem ke stáří objektu a jeho nosné konstrukci, zde došlo k několika rozsáhlejšími opravám. Mezi nejstarší stavební úpravy patří přístavba zděné konstrukce v oblasti M1.02 kuchyně, M1.03 koupelny, M1.05 WC a zadní části hlavní chodby M.08. Další stavební úpravou byla rekonstrukce SV poloviny střešní konstrukce, kde můžeme pozorovat bednění v podobě souvislých prkenných latí, zatímco v části JZ je bednění realizováno jako původní šindelové. Střešní krytinu pak tvoří původní břidlicové šablony. Rozsáhlejší rekonstrukcí také prošlo 2. NP, kde obvodové dřevěné opláštění značně zdegradovalo a bylo napadeno dřevokazným hmyzem. Dřevěné opláštění hrázdné konstrukce se vyměnilo za nové. Společně s touto úpravou se realizovala nová vrstva vnitřních omítek a oprava interiérových dřevěných prvků. Nejmladší opravou, ke které došlo v roce 2007, byla výměna podlahové konstrukce v oblasti M1.01 světnice a M1.02 kuchyně z důvodu napadení dřevokaznými houbami. Nicméně provedení opravy nevedlo k eliminaci výskytu dřevokazné houby, proto se v objektu tato houba po několika letech znovu objevila.

1.4 Umístění objektu, okolní plochy a inženýrské sítě

Pro přesnější ilustraci okolních ploch byla zpracována výkresová dokumentace v podobě situace v měřítku 1:250. Objekt je umístěn v mírně svahovitém terénu přibližně v horní třetině obdélníkového pozemku o celkové rozloze 1456 m², stavební parcela tvoří plochu 224 m². Pozemek zahrnuje jednu stavební parcelu a tři pozemkové parcely. Terén se svažuje směrem od JZ k SV.

V S a SZ sousední oblasti, ve vzdálenosti několika metrů od hranice pozemku, nalezneme obdobnou historickou roubeno-hrázděnou stavbu z konce 19. století. SZ směrem pak pokračuje rozlehlá zástavba těchto historických budov v kombinaci s novostavbami rodinných domů. V oblasti Z a JZ od hranice pozemku se nachází pozemní dvousměrná komunikace Martinovo údolí. Za touto silnicí se nachází rozlehlý prostor zahrádkářské kolonie. Jižní a západní oblast tvoří parkoviště, za kterým začíná prostor panelákového sídliště. V SV oblasti nalezneme jednosměrnou komunikaci Vančurova, za kterou teče Boberský potok.

Co se týče inženýrských sítí, objekt je připojen k vodovodnímu řadu a nízkonapěťové elektrické síti. Přípojky jsou připojeny přes JZ území a vedou do centrálních inženýrských sítí v ulici Martinovo údolí. Hlavní uzávěr vody nalezneme v hlavní chodbě při vstupu do objektu v revizní šachtě. Elektrické skříně se nachází na fasádě objektu ve zděném pilíři vedle vchodových dveří, druhou skřín nalezneme v oblasti hranice pozemku v konstrukci dřevěného plotu. Objekt není připojen na kanalizační síť a pro účely odvodu splaškové vody je zde zřízena jímka.

1.5 Fotodokumentace pohledových stran objektu



Obr. 1 – pohled od jihozápadu



Obr. 2 – pohled od severovýchodu



Obr. 3 – pohled od jihovýchodu



Obr. 4 – pohled od severozápadu

2. STAVEBNĚ-TECHNICKÝ PRŮZKUM OBJEKTU

Stavebně-technický průzkum podrobně popisuje jednotlivé konstrukce objektu, zahrnuje analýzu jejich aktuálního stavu, obsahuje předběžný vlhkostní průzkum a je doplněn o fotodokumentaci. Výstupem stavebně-technického průzkumu jsou výkresy 1. NP, 2. NP, střešního krovu, pohledů a situace. Jedná se o orientační výkresy, rozměry místností, konstrukcí a prvků neodpovídají rozměrům skutečným, všechny kóty jsou proto pouze orientační. V rámci případné realizace návrhu sanace a rekonstrukce by bylo provedeno přesné zaměření oblastí a následně vytvoření podrobnějších výkresů. Výkresová dokumentace také obsahuje vyznačení nalezených vad a poruch, které jsou předmětem třetí části bakalářské práce.

2.1 Inženýrsko-geologický průzkum, geotechnické poměry

Lokalita je situována v oblasti severní části České křídové pánve tvořené svrchně křídovými pískovci, slínovci a jílovci březenského souvrství lužického vývoje (zde křemenné pískovce jemnozrné až hrubozrné, masivní, místy se šikmým zvrstvením, místy štěrčikové pískovce, podřízeně vložky vápnitých jílovců), kterými pronikají mladoterciární vulkanické horniny. V jejich nadloží se vyskytují kvartérní pokryvné horniny: eolické uloženiny – sprašové hlíny svrchního pleistocénu a fluviálních sedimentů – nivního stupně se štěrky, písčité štěrky a povodňovými hlínami v nadloží. Místy na svazích a jejich úpatí se vytvořily deluviální (svahové) písčito-hlinité a hlinito-písčité sedimenty.

V místě stavby vystupují sprašové hlíny až spraše o mocnosti do 2,5 – 2,7 m. Severně od stavby, pod morfologickou hranou mírného monoklinálního severního svahu, jsou uloženy fluviální hlinité nivní uloženiny (povodňové hlíny) nivního stupně (stáří holocén) o mocnosti 1,0-1,5 m s podložími písčité štěrky a písky, které nasedají na křídové pískovce a slínovce. [5]

Hladina podzemní vody nebyla určena. Objekt můžeme zařadit do 1. geotechnické kategorie – jednoduchá stavba s jednoduchými základovými poměry. V bezprostředním okolí stavby nebyly provedeny průzkumné vrtné práce.

2.2 Základové konstrukce, podezdívka

2.2.1 Materiál a rozměry

Objekt je založen na základových pasech z opracovaných kvádrů ze sklářského pískovce, který je charakteristický pro tuto lokalitu. Hloubka založení a podrobnější podzemní struktura základů nebyla z důvodu nedestruktivního charakteru průzkumu zjištěna. Předpokládají se prosté nehluboké základy tvořené buď homogenní konstrukcí pískovcových kvádrů v celé jejich hloubce, nebo v kombinaci s pokládanou kamennou rovinou vyplněnou hlinitou maltou. [3] Základové pasy pak ve stejné tloušťce přecházejí do podezdívky v celém obvodu objektu. Výška podezdívky se pohybuje v rozmezí cca 0,3 – 1,0 m dle výšky terénu. Tloušťka pasů a podezdívky činí 600 mm. Charakteristické rozměry kvádrů se pohybují v rozmezí 550/300/300 mm d/š/v.



Obr. 5, 6 - základové pasy, podezdívka z pískovcových kvádrů

2.2.2 Současný stav

Základové konstrukce nebyly v minulosti nijak opravovány či nahrazovány jinými materiály. Při vizuálním průzkumu nalezneme hojný výskyt mechů, které sahají průměrně do výšky 15–25 cm, lokálně až do výšky 50 cm. Ložné, styčné a svislé spáry jsou v dobrém stavu, pouze lokálně došlo k degradaci a uvolnění maltového směsi. Základy nejsou nijak odizolovány proti vodě a vlhkosti a jsou v přímém kontaktu s okolní zeminou. Okolní terén je mírně svahovaný směrem od objektu. V jihozápadní a jihovýchodní části nalezneme úzký okapový chodníček tvořený betonovými dlaždicemi. Celkově jsou pískovcové základové pasy, vzhledem k žádným stavebním zásahům, v zachovalém stavu.

2.2.3 Výhody a nevýhody pískovce

Pískovec byl hojně využíván pro založení objektů především pro jeho

snadnou dostupnost. Mezi hlavní výhody patří dobrá opracovatelnost, vysoká pevnost v tlaku a vynikající tepelně izolační vlastnosti. Naopak negativa pískovce představuje jeho vysoká nasákavost, která v kombinaci s dřevěnými konstrukčními prvky vyvolává značné riziko vzniku a rozvoje biodegradačních procesů. Mezi další nevýhody řadíme náchylnost k zvětrávání a degradaci vlivem povětrnosti a velmi nízkou pevnost v ohybu. [6]

2.3 Svislé nosné konstrukce

Objekt je tvořen několika typy svislých nosných konstrukcí. Nalezneme zde původní zdi z pískovcových kvádrů, dřevěné roubené stěny s podstávkovou konstrukcí (svislé trámy s dřevěnými půloblouky lemující okenní výplně) a zděný/hrázděný konstrukční systém, který zasahuje do obou podlaží.

2.3.1 Zdi z pískovcových kvádrů

V 1. NP ve vnější i vnitřní S a SZ části objektu v místnostech 1.06 a 1.08 nalezneme zdi z pískovcových kvádrů, jejichž spáry jsou vyplněny vápenopískovou maltou. Tloušťka zdí činí 600 mm a plynule navazuje na tloušťku podezdívky. Celkově jsou pískovcové zdi v zachovalém stavu, materiál neopadává a kvádry jsou celistvé bez trhlin. Při průzkumu byly nalezeny tři oblasti, kde lze sledovat



průběžnou trhlinu, která vede ve styčných a ložných spárách od základové konstrukce až po vrchol pískovcové zdi.

Obr. 7 – SZ a Z část objektu, zdi z pískovcových kvádrů v 1.NP

2.3.2 Dřevěná roubená konstrukce

2.3.2.1 Obvodová konstrukce

Jižní a jihovýchodní oblast 1. NP tvoří dřevěná roubená konstrukce. Vodorovné trámy jsou hraněné a spáry mezi nimi jsou vyplněné zčásti původní hlinitou maltou či mechem, zčásti při vnějším povrchu cementovou maltou. Konstrukce je doplněna o svislé sloupky, které přechází v eliptický půloblouk

lemující okenní otvory. Oblouk je tvořen dřevěnými trámky, které jsou za pomoci spoje čepováním s kolíky připevněny ke svislým sloupkům. Tento konstrukční prvek se označuje názvem podstávka a je charakteristický pro oblast Českolipska. [3]

Vodorovné trámy vykazují známky napadení dřevokazným hmyzem v podobě malých i větších otvorů, nicméně nepodléhají větší míře trouchnivění či výskytu zvýšené vlhkosti. Svislé sloupky jsou značně porušené, spodní části jsou uhnílé a na poklep duté. Podobně jako u vodorovných trámů bylo nalezeno množství menších i větších otvorů důsledkem výskytu dřevokazného hmyzu, pravděpodobně červotoče a tesaříka.

2.3.2.2 Vnitřní konstrukce

Roubená konstrukce zasahuje i do vnitřních prostor, kde odděluje vstupní chodbu od hlavní světnice (ve výkresové dokumentaci jsou tyto místnosti označeny jako 1.08 a 1.01), dále pak odděluje prostor hlavní světnice a kuchyně (1.01 a 1.02). Obě tyto stěny jsou značně porušeny dřevokaznými houbami a hmyzem.

2.3.3 Hrázďená konstrukce

Hrázďená konstrukce tvoří zbylé oblasti 1. NP (S a SV obvodovou část a vnitřní středovou část) a celé 2. NP. Hrázďený systém je tvořen svislými a vodorovnými trámy, které jsou spojeny překlátováním s kolíky. Prostor mezi trámy je vyplněn cihelným zdivem. Vnější exteriérovou stranu tvoří dřevěné opláštění v podobě tenkých prken a na vnitřní interiérové straně je realizována vápenná omítka nebo opláštění z OSB desek. Přiznanou hrázďenou konstrukci nalezneme v podkroví v 2. NP v SZ části objektu.



Obr. 8 – J a JV část objektu, dřevěná roubená konstrukce v 1.NP



Obr. 9 – Hrázďená konstrukce bez povrchové úpravy, podkroví 2. NP

2.4 Vodorovné konstrukce

2.4.1 Dřevěný trámový strop

V objektu nalezneme jednoduchý trámový strop s příčným záklopem. Charakteristický světlý rozpon činí 6,2 m a osová vzdálenost trámu činí 1,25 m. V 1.NP v místnosti 1.01 (světnice) se jedná o typ trámového stropu s překládaným záklopem. V ostatních místnostech 1.NP pak zůstává klasický příčný záklop, některé oblasti jsou realizované s rákosovou omítkou. V 2. NP nalezneme klasický trámový strop s příčnými záklopy v podobě latí šířky 100–300 mm, strop je realizován v celém podlaží bez rákosové omítky. Dimenze dřevěných trámů se pohybuje v rozmezí 150–230 mm šířky a výšky.

Dřevěné stropy nevykazují žádné vážnější vady a poruchy. Přirozenou vadou jsou velké sesychací trhliny, množství suků a dotvarování v podobě viditelného průhybu. V 1. NP v místnosti 1.01 byly nalezeny menší i větší otvory v trámech jako následek výskytu dřevokazného hmyzu – červotoče a tesaříka. Jedná se o lokální místa nikoliv plošné zasažení a stádium aktivity je pasivního charakteru.

Obr. 10 – Jednoduchý dřevěný trámový strop s překládaným záklopem



2.5 Klenby

V objektu nalezneme celkem dvě zděné klenební kopule, zde se jedná o typ označovaný jako česká placka. Klenby se nachází v místnostech 1.06 a 1.07. Opěrný systém kleneb tvoří zdi z pískovcových kvádrů, v případě klenby v prostoru 1.06 doplňují opěrný systém také dva úzké klenbové valené pásy v místě dveřního nadpraží a sousední zdi s prostorem 1.07. Opěrný systém klenby 1.07 tvoří převážně pískovcové zdi, které jsou v některých místech doplněny jednou řadou cihel plných pálených v celé ploše zdi. V místě stěny sousedící s hlavní chodbou je opěrný

systém tvořen úzkým valeným pásem. Rozpon obou kleneb odpovídá půdorysným rozměrům místností a činí 3,0 x 2,7 m. Vzepětí klenby v 1.06 činí 0,75 m a klenby v 1.07 0,45 m.

Při pohledu na klenbu v 1.07 můžeme pozorovat trhlinu vedoucí od okenního překladu až po překlad dveřního otvoru. Klenba v 1.06 vykazuje značné poškození, které by mohlo vést i k náhlému kolapsu. Rohové přechody klenby v pískovcové zdi jsou charakteristické rozvolněnými vazbami mezi cihelným zdivem a chybějícími kusy. Naopak cihelné prvky v místě koruny klenby nevykazují žádné známky poškození, což dokazuje i zachovalá vrstva omítky. Největší riziko představuje klenbový pás, jehož přechod z patky na opěrnou zeď zcela chybí.



Obr. 11, 12, 13, 14 – Klenba (česká placka) v M 1.06 vykazující značné poškození

2.6 Schodiště

V objektu se nachází dvě dřevěná schodiště. První nalezneme poblíž hlavního vchodu do objektu. Schodiště spojuje 1. NP a 2. NP, konstrukčně je provedeno jako kombinace točitého a přímého jednoramenného schodiště. Schodiště obsahuje 14 schodišťových stupňů o průměrné výšce 180 mm. Schodiště je charakteristické svým strmým sklonem, který činí 50°. Konstrukční uspořádání můžeme definovat jako schodnicové pro přímé rameno a vřetenové pro část točitou. Schodiště je

opatřeno ocelovým trubkovým zábradlím a celá konstrukce je zakryta dřevěným opláštěním.

Druhé schodiště spojuje 2. NP a podlaží krovu. Jeho vlastnosti a umístění odpovídají schodišti prvnímu. Hlavní rozdíl je v konstrukčním uspořádání, kdy část točitou nahradilo přímé rameno o dvou schodišťových stupních (dle teorie se tedy nejedná o rameno, protože obsahuje pouze dva schodišťové stupně) a mezi rameny se nachází malá podesta. Schodiště není opatřeno zábradlím.

Celkový stav obou schodišť je zachovalý a schodiště nevykazují žádné poruchy a vady.



Obr. 15, 16, 17 – Pohled na schodiště 1.NP – 3.NP

2.7 Krov, střešní krytina, komínové těleso

Zastřešení objektu je provedeno jako kroevní hambálková soustava s původní břidlicovou krytinou. Nutno připomenout, že SZ polovina krovu prošla rekonstrukcí z důvodu velkého poškození vlivem zvýšené vlhkosti, zatímco JV polovina je původní. Výstupem stavebně-technického průzkumu střešní konstrukce je také výkresová dokumentace krovu, která zobrazuje podélnou vazbu a příčné vazby včetně dimenzí a typů spojů konstrukčních prvků (**Příloha č. 1.04**).

2.7.1 Vazby a spoje, odvodnění, komínové těleso

Soustavu krovu se skládá celkem z 10 příčných vazeb – 4 vazby plné (z toho dvě štítové) a 6 vazeb jalových (schéma viz výkresová dokumentace). Plné vazby se nachází vždy v místě nad nosnou stěnou, naopak jalové vazby odpovídají jednotlivým přiznaným trámům stropní konstrukce viditelných v 2. NP. Konstrukční prvky zahrnují krokve, hambálky, vazné trámy, pozednice, středový podélný trám, svislé sloupky a vzpěry.

Plnou příčnou vazbu tvoří dvojice krokví, hambálek umístěný přibližně v polovině světlé výšky krovu, svislý sloupek a vazný trám, krokve jsou v místě připojení na vazný trám doplněny o námětek. Jalové vazby se liší pouze absencí svislého sloupku. V podélném směru je konstrukce krovu tvořena středovým trámem, který je přes vzpěry (resp. staticky také táhla) připojen na svislé sloupky. Tesařské spoje jsou provedeny nejčastěji jako přeplátování často doplněné o kolík, aby umožňovaly přenesení tahového namáhání. Také zde nalezneme spoje čepováním a karpováním.

- Vazný trám / pozednice – přeplátování
- Vazný trám / krokev – čepování
- Krokve / hambálek – přeplátování s kolíkem
- Krokve vrchol – přeplátování s kolíkem
- Hambálek / podélný trám – karpování
- Hambálek / sloupek – přeplátování s kolíkem
- Sloupek / vrchol krokví – přeplátování
- Sloupek / podélný trám – čepování s kolíkem
- Sloupek / vazný trám – nezjištěno
- Vzpěra / podélný trám – přeplátování s kolíkem
- Vzpěra / sloupek – přeplátování s kolíkem
- Vzpěra / vzpěra – přeplátování s kolíkem

Odvodnění střešní konstrukce zajišťují podokapní žlaby, které jsou napojeny na svodná potrubí vedené k úrovni terénu, kde ústí volně na povrch. Oblastí krovu přirozeně prostupuje komínové těleso, které se nachází v prostoru mezi vazbami D-E. U komínového tělesa došlo ke značné degradaci vlivem zvýšené vlhkosti a byla zde provedena sanace v podobě vrstvy omítky s výztužnou tkaninou. Tato oprava je podrobněji popsána v kapitole 3.5 *Realizované zásahy po roce 2010 a jejich současný stav*.

2.7.2 Ztužení a prostorová tuhost

Ztužení krovu v podélném směru zajišťuje podélný trám se vzpěrami připojenými na svislé sloupky. Příčné ztužení je realizováno přes hambálek, svislé sloupky a vazné trámy. Tuhost v oblasti střešní roviny zajišťuje bednění, které je realizováno na jedné straně v podobě laťových prken nabitých kolmo na krokve

v rozsahu celé délky krokví, na druhé straně pak jako jednotlivé latě v četnosti po 400 mm, na které jsou nabitý střešní šindele. Štítové vazby se skládají z plné vazby doplněné ve spodní části o pomocný hambálek, který zajišťuje větší stabilitu dřevěného štítového opláštění. Způsob kotvení pozednice není z vizuálního průzkumu patrný.



Obr. 18, 19 – pohled na příčné vazby (plné a jalové) a konstrukční prvky krovu

2.7.3 Vady a poruchy

Všechny konstrukční prvky a jejich spoje včetně napojení krokví na vazný trám nevykazují známky poškození nebo výskytu biodegradačních jevů. Pro konstrukční prvky jsou charakteristické značné sesychací trhliny a průhyb. Střešní krytina a bednění vykazují známky zvýšené vlhkosti, tedy zatékání, které se projevilo hnilobou a výskytem plísní na šindelích a laťových prknech. Při pohledu na střešní krytinu z exteriéru můžeme pozorovat značný výskyt mechů ve spárách břidlicových destiček a několik míst, kde došlo k výměně poškozených destiček. V rámci jednotlivých prvků krovu byla zjištěna absence vzpěry, u níž došlo pravděpodobně k jejímu odstranění při sanaci komínového tělesa. Ve vnitřní části krovu v oblasti hřbetu pak nalezneme množství vosích úlů.

2.8 Podlahy a povrchové úpravy

Podlahovou konstrukci 2. NP a oblast střešního podlaží tvoří prkenné latě (základy) trámového stropu. V prostoru chodby 2. NP jsou dřevěná prkna doplněna o pochozí vrstvu pravděpodobně na bázi PVC.

V 1.NP v místnostech 1.06 a 1.07 nalezneme podlahu ze čtvercových pískovcových kamenů. Oblast hlavní chodby 1.08 a toalety 1.05 tvoří betonová mazanina. V prostoru světnice 1.01 a kuchyně 1.02 se nachází prkenná podlaha. Oblast koupelny 1.03, spíže 1.04 a části kuchyně 1.02 tvoří keramická dlažba.

Povrchové úpravy pro zakrytí svislých nosných konstrukcí představuje dřevěné prkenné opláštění, OSB desky a rákosová omítka, které jsou aplikovány na všechny konstrukční systémy – hrázděný, roubený, zděný a pískovcový. Některé povrchy svislých konstrukcí nemají povrchovou úpravu. V oblasti koupelny a kuchyňského dřezu se nachází keramický obklad v rozsahu 2/3 výšky zdi. Dřevěné trámové stropy jsou nejčastěji také bez povrchové úpravy a podhledu, v některých prostorách pak s rákosovou omítkou. Konstrukce obou kleneb je omítnuta.

2.9 Předběžný vlhkostní průzkum

Stavebně-technický průzkum zahrnuje stanovení hmotnostní vlhkosti stavebních konstrukcí. V objektu byl proveden předběžný vlhkostní průzkum pomocí vážkové metody (gravimetrie). Vzhledem k destruktivnímu charakteru vážkové metody byl tento průzkum z hlediska rozsahu částečně omezen v závislosti na minimalizaci vizuálního narušení konstrukcí. Výsledkem průzkumu je výkresová dokumentace půdorysu 1.NP (**Příloha č. 3.01**), která zachycuje konkrétní hodnoty hmotnostní vlhkosti měřených míst na základě laboratorního vyhodnocení vzorků. Výběr zkoumaných lokalit se zaměřuje na místa, která jeví známky zvýšené vlhkosti. V tomto případě se jedná především o část tvořenou pískovcovými stěnami M1.06 a M1.07, hlavní chodbu M1.08 a oblasti, které jsou zasaženy dřevokaznými houbami M1.01.

Postup odebrání vzorků a následného laboratorní měření můžeme rozdělit do několika hlavních bodů. Hlavní riziko vzniku nepřesnosti měření spočívá v časové prodlevě mezi odebráním vzorků a prvním měřením jejich hmotnosti. Vzhledem k absenci vybavení v podobě hmotnostní váhy, která měří minimálně na desetiny gramu, trvala tato časová prodleva přibližně 24 hodin. Nicméně, z důvodu eliminace vlhkostního úbytku vlivem rozdílné vlhkosti okolního prostředí, byly všechny vzorky po odebrání umístěny do dvou a více mikrotenových sáčků. Sáčky se následně stáhly, aby obsahovaly co nejméně vzduchu, a poté byly dány do plastových nádob za účelem eliminace výměny vlhkosti mezi vzorky. Následovalo umístění vzorků do chladicího boxu, posléze do mrazáku, poté opět do chladicího boxu, ve kterém zůstaly až do doby prvního přeměření v laboratoři na Stavební fakultě ČVUT v Praze. Ideálním postupem by bylo okamžité změření hmotnosti vzorků po jejich odebrání, nebo v případě časové prodlevy umístit vzorky do plastových uzavíratelných nádob, odsát veškerý vzduch (vakuovat) a poté vzorky zamrazit. V laboratoři pomocí laboratorní sušárny docházelo k postupnému snižování vlhkosti vzorků. Opakované měření hmotnosti vzorků probíhalo do okamžiku,

kdy už nedocházelo k úbytkům hmotnosti. Celkem bylo provedeno pět měření včetně stavu původního a finálního. Naměřená data a vyhodnocení hmotnostní vlhkosti dle ČSN P 73 0610 jsou zaznamenána v následující tabulce a také v již zmíněné výkresové dokumentaci.

Tabulka č. 1. – naměřená data a vyhodnocení hmotnostní vlhkosti na základě měřeného úbytku hmotnosti dle ČSN P 73 0610

Vzorek	m _{původní} [g]	m _{konečná} [g]	hmot. vlhkost [%]	klasifikace dle ČSN P 73 0610
1	181,1	172,8	4,80	nízká
2	129,1	125,0	3,36	nízká
3	407,7	404,3	0,85	velmi nízká
4	155,3	141,1	9,65	vysoká
5	32,4	30,1	7,47	zvýšená
6	251,4	227,2	9,96	vysoká
7	96,4	95,4	1,14	velmi nízká
8	113,1	109,6	3,35	nízká
9	236,0	235,6	0,18	velmi nízká
10	42,0	38,6	8,42	vysoká
11	52,9	51,5	2,73	velmi nízká
12	87,8	78,6	10,67	velmi vysoká
Vzorek	popis, lokace			
1	M1.08 Křížení obvodové a vnitřní roubené stěny – pata zděného pilíře			
2	M1.01 Roh světnice – zemina pod podlahou v hloubce 5 cm			
3	M1.01 Oblast 2. zásahu dřev. houby – zemina pod podlahou v hl. 5 cm			
4	M1.07 Dílna – pískovec + omítka při podlaze			
5	M1.07 Dílna – pískovec + omítka ve výšce 20 cm			
6	M1.07 Dílna – podlahová zemina v hl. 5 cm			
7	M1.06 Kůlna vnitřní stěna mezi kůlnou a dílnou – spára ve výšce 120 cm			
8	M1.06 Kůlna – podlahová zemina v hl. 5 cm			
9	M1.06 Kůlna stěna směrem do chodby – spára ve výšce 120 cm			
10	M1.08 Chodba u zadního vchodu – omítka na zděné konstrukci při podlaze			
11	M1.08 Chodba u WC – omítka na zděné konstrukci při podlaze			
12	Východní část objektu – vnější spára podezdívky ve výšce 10 cm			

Dle naměřených dat a výkresu půdorysu 1. NP zobrazující zkoumané oblasti lze konstatovat, že část objektu provedená z pískovcových kvádrů vykazuje vysokou hodnotu hmotnostní vlhkosti, především pak prostor dílny M1.07, kde podlahová zemina vykazuje hmotnostní vlhkost 9,96 %, přechod podlahy a stěny 9,65 %, stěna ve výšce 20 cm 7,47 %. Vysoká vlhkost je způsobena značnou nasákavostí pískovce v kombinaci s orientací místnosti jako nárazové oblasti ve směru svahování terénu. Sousedící místnost M1.06 vykazuje nižší hodnoty hmotnostní vlhkosti, přestože stěny jsou taktéž z pískovce. Podlahová zemina obsahuje 3,35 % hmotnostní vlhkosti, stěna směrem do hlavní chodby ve výšce 1,20 m 0,18 % a stěna sousedící s předchozí místností ve výšce 1,20 m 1,14 %. Prostor hlavní chodby M1.08 opět přirozeně vykazuje vysokou hodnotu hmotnostní vlhkosti 8,42 % v přechodu podlahy a rohu vnitřní a obvodové pískovcové stěny, naopak protilehlá zděná stěna v úrovni podlahy vykazuje pouze 2,73 %. Pozitivním výsledkem jsou hodnoty hmotnostní vlhkosti v oblastech zasažených dřevokaznými houbami, kde se pohybují v rozmezí 0,85 – 4,80 %, což pravděpodobně zapříčinily otvory v konstrukcích, které vznikly jako následek likvidace dřevokazných hub a nyní umožňují efektivnější větrání objektu, tedy také snižování vlhkosti.

3. ANALÝZA PORUCH A VAD OBJEKTU, PŘEDBĚŽNÝ NÁVRH SANACÍ

3.1 Obecné příčiny poruch a degradace konstrukce

Jednou z hlavních příčin degradace konstrukcí je přirozeně časový horizont a klimatické jevy. Tyto příčiny způsobují změny mechanických, fyzikálních a chemických vlastností konstrukce. Z dlouhodobého časového hlediska můžeme pozorovat proces dotvarování prvků (průhyb), sesychající trhliny, sedání objektu, mikrotrhliny v hrázděné konstrukci a obecně zvyšující se riziko výskytu biodegradačních procesů.

Do nepřímých příčin můžeme zařadit proměnlivost obývání objektu. Budova je využívána pouze v letních, jarních a podzimních měsících, a to jen rekreačně nikoliv permanentně. Znamená to, že prostor je nepravidelně větrán a vytápěn, což může mít za následek akumulaci vlhkosti a vzniku biodegradačních procesů. Další příčinou je svahovitost terénu a špatná realizace sklonu vozovky silnice v ulici Martinovo údolí, kdy při vydatných deštích, popř. v letech, kdy došlo k vyhlášení povodňového stavu, docházelo ke značnému průniku dešťové vody přímo do objektu. Dle svědectví při těchto vydatných deštích proudící voda tekla mezi hranicí objektu a sousedního objektu, v některých případech dokonce přímo hlavní chodbou skrze objekt. Problematika sklonu vozovky se v roce 2016 vyřešila realizací zemní rýhy a odtokového kanálu, které při vydatných deštích přebytečnou vodu odvádějí do kanalizace.

Mezi hlavní činitele vzniku poruch a degradačních procesů, které byly při stavebně-technickém průzkumu v objektu nalezeny, patří výskyt dřevokazných hub a plísní, dřevokazného hmyzu (pasivní stádium; červotoč, tesařík, mravenci, vosy, sršni) a zvýšená vlhkost základových a podlahových konstrukcí.

3.2 Nalezené vady a poruchy, jejich popis, příčiny a důsledky

Zjištěné vady a poruchy jsou zakresleny a označeny ve výkresové dokumentaci, která je součástí práce v podobě příloh. Pro správnou orientaci a pochopení celkového rozsahu poškození objektu je důležité průběžně nahlížet do přiložené výkresové dokumentace. V této kapitole se nejprve věnuji globálním

plošným poruchám objektu, dále pak lokálním poruchám shrnutých do *tabulek č. 2 a 3*, které obsahují jejich popis, označení, lokaci a rozbor jejich příčin a důsledků.

Mezi globální plošné poruchy, které zasahují větší část jednotlivých konstrukčních systémů, patří zvýšená vztlínající vlhkost od základové konstrukce, která se projevuje vlhkostními mapami v oblasti přechodu podlahové a stěnové konstrukce. Tyto vlhkostní mapy nalezneme u omítnuté nosné konstrukce například v prostoru hlavní chodby 1.08, dílny 1.07, WC 1.05, koupelny 1.03, spíží 1.04, především pak v rozích a oblastech, kde nedochází k dostatečné výměně vzduchu. V některých místech dochází i k tvorbě plísní.

Dalším degradačním procesem, který řadíme do procesů biodegradačních, je rozsáhlé zasažení dřevěné konstrukce dřevokazných hmyzem a houbami. Poškození dřevokazným hmyzem zahrnuje roubenou část, trámový strop, konstrukci podstávky a dřevěné opláštění hrázděné konstrukce. Naopak krovová soustava nevykazuje žádné známky výskytu dřevokazného hmyzu. V rámci stavebně-technického průzkumu byly nalezeny v dřevěné konstrukci malé otvory po červotoči, velké otvory po tesaříku. V předešlých letech dle svědectví se zde hojně vyskytovali taktéž mravenci a vosy, ojediněle i sršni. Aktuální stav můžeme označit za pasivní stádium těchto druhů dřevokazného hmyzu, jelikož v objektu nebyly nalezeny žádné známky aktivního výskytu. Degradaci budovy dřevokaznými houbami se podrobněji věnuje kapitola *3.4. Rozsah zasažení dřevokaznými houbami*.

Na předchozí globální poruchy konstrukce navazuje porušení hrázděné konstrukce v podobě velkého množství trhlin v rákosové omítkce a její opadávání. Tyto trhliny jsou způsobeny především změnou tuhosti roubené a podstávkové konstrukce 1. NP vlivem degradačním procesů zmíněných v předchozích odstavcích. Není zcela zřejmé, v jakém rozsahu se podílí roubená a podstávková konstrukce na přenosu zatížení od konstrukce hrázděné. Nicméně při nynějším stavu, kdy podstávka vykazuje značné poškození, pravděpodobně největší část zatížení přenáší roubená konstrukce. V omítkové vrstvě hrázděné konstrukce nalezneme také množství menších trhlin, které vznikly důsledkem degradace samotné hrázděné konstrukce vlivem vlhkosti, dotvarování dřevěných prvků a značného zatížení od vazných trámů krovu a pozednice.

(Význam použitých zkratk tabulek č. 2, 3 a 4: KL = klenba, DH = dřevokazné houby, ZK = základová konstrukce, RB = roubená a podstávková konstrukce, PZ = pískovcové zdi, TR = trhliny různých typů, VD = výduť, KO = komínové těleso, VZ = vzpěra/táhlo krovu, ZT = zatékání střešní konstrukcí, ME – mechy a další rostliny)

Tabulka č. 2. – označení, lokace a popis nalezených vad a poruch

Ozn.	LOKACE	POPIS
KL₁	1.NP – M1.07	Zděná klenba; trhlina (tahová) vedoucí od okenního překladu po dveřní překlad.
KL₂	1.NP – M1.06	Zděná klenba; rozvolněné vazby cihelného zdiva v přechodu klenby na opěrnou konstrukci, kolaps patky valeného klenbového pásu.
DH₁	1.NP – M1.01, M1.08	Roubená konstrukce; oblast zasažená dřevokaznými houbami, odstranění napadené konstrukce, svislý posun stěny.
DH₂	1.NP – M1.01, M1.08	Roubená konstrukce; oblast zasažená dřevokaznými houbami, rozšíření napadené oblasti do obvodové stěny, degradace zdiva pilíře.
DH₃	1.NP – M1.01, M1.08	Roubená konstrukce; oblast zasažená dřevokaznými houbami, rozšíření napadané oblasti do svislého trámu a rámu dveřní.
DH₄	1.NP – M1.01, M1.02	Roubená konstrukce; oblast zasažená dřevokaznými houbami, odstranění napadené konstrukce, svislý posun stěny.
ZK_i	1.NP – Pohled SV, JV	Základová podezdívka; degradace maltových spár pískovcových kvádrů.
RB₁	1.NP – J a JV část	Roubená a podstávková konstrukce; degradace (trouchnivění) dřevěných nosných prvků, výskyt dřevokazného hmyzu.
PZ_{1,2}	1.NP – západní část	Pískovcové zdi; trhliny vedoucí přes celou výšku stěny ve spárách pískovcového zdiva.

TR₁	2.NP – M2.03, M2.04	Množství svislých, šikmých a vodorovných trhlin v omítce hrázděné konstrukce, opadávání omítkové vrstvy.
TR₂	2.NP – M2.04	Velké množství nejrozumnějších trhlin v interakci hrázděné konstrukce s rákosovou omítkou.
VD₁	2.NP – M2.04	Značná výduť omítkové vrstvy.
KO₁	3.NP	Degradace zdicích prvků komínového tělesa, opadávání zdiva, praskliny, realizovaná sanace.
VZ₁	3.NP krov	Chybějící dřevěná ztužující vzpěra krovu.
ZT_{1,2}	3.NP krov	Zatékání; oblasti, kde došlo k průniku dešťové vody do konstrukce krovu a střešní krytiny.
ME	3.NP	Střešní krytina; značný výskyt mechu ve spárách břidlicových destiček.

Tabulka č. 3. – popis příčin a důsledků nalezených vad a poruch

Ozn.	PŘÍČINY	DŮSLEDKY
KL₁	Změna stability opěrného systému (pískovcových zdí) vlivem zvýšené vlhkosti a klimatických změn.	Trhlina neohrožuje ztrátu stability klenby.
KL₂	Změna stability opěrného systému (pískovcových zdí) vlivem zvýšené vlhkosti a klimatických změn, mechanické poškození patky valené klenby.	Destabilizace kopulové a valené klenby, riziko kolapsu konstrukce!
DH₁	Zvýšená vlhkost v konstrukcích, nedostatečné přirozené větrání.	Dochází ke snížení tuhosti a pevnosti konstrukce, ke změně rozložení napětí. Ohrožuje celkovou stabilitu nosného systému, riziko rozšíření do dalších konstrukcí.
DH₂	Zvýšená vlhkost v konstrukcích, nedostatečné přirozené větrání.	
DH₃	Zvýšená vlhkost v konstrukcích, nedostatečné přirozené větrání.	
DH₄	Zvýšená vlhkost v konstrukcích, nedostatečné přirozené větrání.	
ZK_{1,2}	Dlouhodobý účinek působení vlhkosti a klimatických jevů.	Zvýšené riziko kumulace vlhkosti a zatékání dešťové vody, možnost rozšíření degradace. Nedochází k ohrožení nosné konstrukce, pokud se trhliny nebudou rozšiřovat.
RB₁	Dlouhodobý účinek působení vlhkosti a klimatických jevů.	Dochází ke snížení tuhosti a pevnosti konstrukce, ke změně rozložení napětí. Ohrožuje stabilitu nosného systému.

PZ_{1,2}	Dlouhodobý účinek působení vlhkosti a klimatických jevů.	Zvýšené riziko kumulace vlhkosti a zatékání dešťové vody, možnost rozšíření degradace. Nedochozí k ohrožení nosné konstrukce, pokud se trhliny nebudou rozšiřovat. V opačném případě by hrozilo narušení stability opěrného systému kleneb.
TR₁	Změna stability a rozložení napětí v konstrukcích 1.NP.	Dochází k opadávání rákosové omítky a odhalování nosné konstrukce.
TR₂	Změna stability a rozložení napětí v konstrukcích 1.NP.	Důsledkem je také změna působení napětí v nosných konstrukcích,
VD₁	Změna stability a rozložení napětí v konstrukcích 1.NP.	což ovlivňuje celkovou stabilitu a vede k rozšiřování a vzniku nových trhlin.
KO₁	Zatékání dešťové vody příčinou špatného provedení přechodu komínového tělesa a střešní krytiny.	Značná degradace zdicích prvků, vznik svislých širokých trhlin, narušení proudění vzduchu v komínu. V roce 2015 došlo k opravě komínového tělesa.
VZ₁	Pravděpodobně mechanické odstranění z důvodu realizace opravy komínového tělesa.	Změna rozložení napětí v konstrukci krovu. Neohrožuje stabilitu krovu.
ZT_{1,2}	Degradace břidlicové krytiny vlivem klimatických jevů a přítomnosti mechů. Zvýšená vlhkost, kumulace vlhkosti.	Důsledkem zatékání dešťové vody a kumulace vlhkosti došlo ke vzniku biodegradačních jevů v podobě plísní.
ME	Klimatické jevy, přítomnost vegetace v podobě vysokých stromů. Zvýšená vlhkost.	Vznik hojného množství mechů, které zadržují vlhkost a následně narušují strukturu a pevnost břidlicové krytiny.

3.3 Ilustrace nalezených poruch a vad



Obr. 20, 21 – vztlínající vlhkost v prostoru hlavní chodby 1.08 a kůlny 1.07, vznik plísní



Obr. 20, 21, 22, 24 – napadení dřevěných konstrukcí dřevokazným hmyzem



Obr. 25, 26 – široké trhliny v omítce hrázděné kce důsledkem degradace kci 1. a 2. NP



Obr. 27, 28 – porucha KL1; trhlina vedoucí od okenního překladu po dveřní nadpraží



Obr. 29, 30 – porucha KL2; kolaps patky valeného pásku, rozvolnění zdiva v rozích



Obr. 31 – porucha DH1; vyjmutí poškozeného trámu houbami, svislý posun stěny

Obr. 32 – porucha DH2; degradace spoje vnitřní a obvodové kce a zdiva zděného pilíře



Obr. 33, 34, 35 – porucha DH3; degradace svislého sloupku a podlahové konstrukce



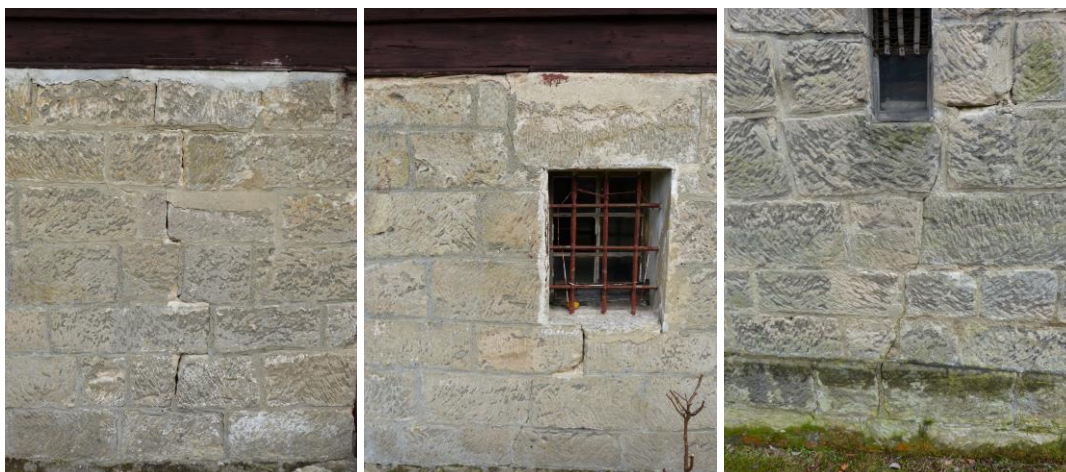
Obr. 36, 37 – porucha DH4; svislý pokles stěny v rádech jednotkách cm, špatné provedení stabilizace stěny, vyjmutá část napadeného vodorovného trámu a podlahové konstrukce



Obr. 38, 39 – poruchy ZK1,2; degradace maltové spáry podezdívky



Obr. 40, 41 – porucha RB1; degradace dřevěné konstrukce vlivem vlhkosti a dřevokazného hmyzu



Obr. 42, 43, 44 – porucha PZ1,2; trhliny vedoucí ve spárách pískovcového zdiva v rozsahu celé výšky stěny



Obr. 45, 46, 47, 48, 49, 50 – poruchy TR1, TR2, VD1; množství svislých, šikmých a vodorovných trhlin a výdutí v omítkové vrstvě důsledkem degradace nosné kce v 1. NP



Obr. 51, 52 – poruchy ZT1, 2; zatékání střešní krytinou, výskyt plísní na šindelech



Obr. 53, 54 – porucha VZ1; chybějící vzpěra (resp. táhlo) v podélném směru krovu



Obr. 55 – porucha KO1; chybně provedená oprava komínového tělesa

Obr. 56 – porucha ME; značný výskyt mechu ve spárách střešní krytiny

3.4 Rozsah zasažení dřevokaznými houbami

Předpokládaný rozsah zasažených oblastí dřevokaznými houbami zobrazuje výkresová dokumentace porušeného stavu, konkrétně výkres č. 2.01. Na základě provedeného stavebně-technického průzkumu a výpovědí několika osob bylo cílem upřesnit rozsah výskytu dřevokazných hub v objektu a lokalizovat místa, kde dochází k největšímu riziku poškození konstrukce. Obecně řečeno největší výskyt hub lze lokalizovat v 1.NP v místnostech s dřevěnou prkennou podlahou. V těchto prostorách byla nalezena největší aktivita houby a zároveň zde byly provedeny dvě opravy, resp. dva zásahy proti zřetelným projevům v podobě výskytu plodnicí a degradaci nosné a podlahové konstrukce. Podrobnější popis těchto zásahů je uveden v další kapitole 3.5 *Realizované zásahy po roce 2010 a jejich současný stav*. Nálezy plodnic se v předešlých letech objevily v roubené konstrukci mezi hlavní chodbou M1.08 a světnicí M1.01 a taktéž mezi M1.01 a M1.02 v přechodech podlahové a svislé nosné konstrukce. Další plodnice byly nalezeny v místnostech M1.04, M1.05 a M1.02, naopak prostory, kde nedošlo v předešlých letech k nalezení žádných plodnic dřevokazných hub, jsou místnosti M1.03, M1.06, M1.07 a v zadní části chodby u východu z objektu. S jistotou můžeme konstatovat, že dřevokazné houby se rozšířily do všech vnitřních částí roubené konstrukce s dřevěnou podlahovou konstrukcí a taktéž pronikly skrze zděné/hrázděné konstrukce a podlahami z betonové mazaniny. Naopak nedošlo prozatím k zasažení vnější obvodové roubené konstrukce, prostoru místností z pískovcových kvádrů a oblast chodby zadního východu společně s místností M1.03 – jedná se o koupelnu s keramickým obkladem. Zda se dřevokazná houba rozšířila do dalšího nadzemního podlaží nelze s jistotou říci. Nejvyšším bodem, kde byla nalezena dřevokazná houba při nedestruktivním průzkumu, byl svislý dřevěný trám, který slouží taktéž jako nosná konstrukce pro rám dveří do světnice M1.01 z hlavní chodby M1.08 a odděluje konec vnitřní roubené části od vnitřní zděné. Nicméně s vysokou pravděpodobností můžeme konstatovat, že část dřevokazné houby aktivně či pasivně působí pod dřevěnou podlahou konstrukcí.

V případě návrhu a následné realizace celkové sanace je nutné provést podrobnější průzkum obvodové roubené a podlahové konstrukce pro upřesnění rozsahu zasažení. V tomto případě se jednalo o předběžný vizuální průzkum jednotlivých konstrukcí nedestruktivního charakteru.

3.5 Realizované zásahy po roce 2010 a jejich současný stav

Vzhledem ke stáří konstrukce přirozeně objekt prošel několika rozsáhlými opravami. Tyto opravy jsou zmíněny v kapitole *1.3 Historie objektu*. Následující kapitola popisuje zásahy provedené v řádu několika let zpátky.

3.5.1 Zásahy proti dřevokazným houbám

Při značném rozvoji a nálezích plodnic dřevokazné houby byly realizovány dva zásahy proti šíření houby do dalších konstrukcí. K prvnímu zásahu došlo v roce 2014 v místě nosné roubené stěny oddělující prostor světnice M1.01 a kuchyně M1.02, ve výkresové dokumentaci označena jako porucha DH4. Při zásahu se odstranily napadené vodorovné trámy a část podlahové konstrukce, vzniklý otvor se z části vyplnil zdivem kvůli stabilizaci konstrukce.

Druhý zásah proti dřevokazné houbě se uskutečnil v roce 2016 v místě roubené nosné stěny oddělující prostor hlavní chodby M1.08 a světnice M1.01. Zde došlo obdobně k vyjmutí zdegradovaných vodorovných trámů společně s dřevěným prkenným opláštěním a následně ke stabilizaci stěny pomocí částečné výplně cihelným zdivem. Rozsah odstranění napadených konstrukcí zasahoval až do křížení vnější obvodové a vnitřní stěny. Ve směru druhém, do vnitřní konstrukce, zasahuje roubená část až za dveřní otvor, kde tato část přechází ve zděnou/hrázděnou konstrukci. Roubená část končí svislým trámem, který nese rám dveří.

Současný stav prvního zmíněného zásahu nevykazuje přítomnost šíření dřevokazné houby, neobjevují se zde žádné nové plodnice. Druhé místo zásahu, taktéž nevykazuje výskyt houby při spodní oblasti konstrukce, ale existuje vysoké riziko, že houba aktivně pokračuje v podlahové konstrukci a zemním násypu. Po těchto zásazích samozřejmě nedošlo k celkovému odstranění dřevokazných hub a příčin jejich výskytu, ale dle svědectví se rozšiřování těchto biodegradačních procesů omezilo. Konstrukce je díky otvorům po vyjmutých dřevěných trámech ve srovnání s předešlým stavem o mnoho lépe větrána, což vede ke zhoršení podmínek pro rozvoj těchto hub. Oba zásahy můžeme klasifikovat jako amatérské, nejedná se o odborně projektovanou sanaci.

3.5.2 Komínové těleso, střešní krytina

Oprava komínového tělesa se realizovala v létě roku 2015, kdy vlivem zatékání v místě prostupu komínu střešní konstrukcí došlo ke značné degradaci

cihelného zdiva, které ve velké míře začalo opadávat. Jedná se o prostor podkrovní tedy 3. NP. Porucha se taktéž projevila širokými svislými trhlinami na každé straně v rozsahu většiny výšky konstrukce v prostoru 3. NP. Vnější oblast poškozeného zdiva byla odstraněna a následně se aplikovala vrstva omítky s výztužnou tkaninou za účelem zpevnění celé konstrukce a utěsnění trhlin. Bez podrobnějšího průzkumu nelze přesně určit, zda se podařilo konstrukci opravit a zlepšit její vlastnosti. Opravu prováděl kvalifikovaný zedník. V současné době lze vizuálním průzkumem sledovat značné vlhkostní barevné skvrny ve vyztužené omítkové vrstvě a množství dutin, které odhalují výztužnou tkaninu, která nebyla řádně vyplněna omítkovou maltou.

Sanaci komínové konstrukce předcházela také řada menších oprav střešní krytiny v podobě nahrazení poškozených břidlicových destiček za nové a taktéž došlo k opravě prostupu komínového tělesa střešní konstrukcí za účelem zamezení vzniku dešťové vody.

3.6 Předběžný návrh sanací, rozsah a složitost

Následující tabulka obsahuje možnou variantu sanace nalezených poruch a vad konstrukcí, popř. upozorňuje na provedení podrobnějšího průzkumu poruchy za účelem upřesnění mechanických, fyzikálních a chemických vlastností zkoumaných konstrukcí. Součástí tabulky jsou také údaje o přibližném rozsahu, technologické náročnosti a orientačních nákladech navržené sanace.

Tabulka č. 4. – předběžný návrh sanace, rozsah a technologická náročnost

PŘEDBĚŽNÝ NÁVRH SANACE		ROZSAH, SLOŽITOST, NÁKLADY
Zděné a hrázdné konstrukce		
KL₁	Je nutné upřesnit, zda se jedná o aktivní či pasivní trhlinu. Pasivní; injektáž cementovou směsí. Aktivní; uhlíkové CFRP lamely nebo tyče.	Dle zjištěných příčin porušení.
KL₂	<i>Konečnému návrhu sanace je věnována samostatná kapitola 3.9.</i> Pro upřesnění přenosu napětí porušené konstrukce a určení zbytkové únosnosti je	Na základě statického modelu, který upřesní rozsah poškození a stanoví skutečnou únosnost.

	vhodné vytvořit statický model. Alternativy sanace; možnost vyzdění chybějící patky klenbového pásu. Vyklínování a následné hloubkové tmelení spár uvolněného zdiva. Odstranění narušených částí kusového staviva a jejich doplnění. V případě rozsáhlejšího porušení provedení rubové, popř. lící železobetonové skořepiny.	
TR₁	Pro efektivní opravu všech trhlin v omítkové vrstvě a pro kontrolu stavu materiálových vlastností a únosnosti	Rozsáhlá oprava, nutné provést podrobnější průzkum hrázděné konstrukce, vysoké náklady.
TR₂	hrázděné konstrukce je nejprve nutné realizovat sanaci nosné konstrukce 1. NP	
VD₁	tak, aby nedocházelo k posunům, snižování tuhosti a změnám napětí v nosné konstrukci 1. NP, která přímo ovlivňuje konstrukci 2. NP.	
KO1	Nutné provést podrobnější sondy, které poskytnou informaci o tloušťce omítky, druhu výztužné tkaniny, provázání zdiva s vyztuženou omítkou, pevnosti a vlhkosti zdiva.	Technologicky náročné.
Dřevěné konstrukce – roubená, podstávková		
DH₁	<i>Konečnému návrhu sanace je věnována samostatná kapitola 3.8.</i> Nutné určit druh dřevokazné houby,	Rozsahem se jedná přibližně o ½ půdorysné plochy. Technologicky velmi náročné, náklady velmi vysoké. Riziko opětovného výskytu dřevokazných hub.
DH₂	přesný rozsah jejího výskytu a příčiny vzniku. Napadené dřevěné konstrukce se musí odstranit včetně zdravé konstrukce	
DH₃	do vzdálenosti 1,0 – 1,5 m. Výměna základové půdy. Termosanace	

DH₄	či mikrovlnná sanace pro oblast zdiva a cementové podlahy. Provedení chemické impregnace nových prvků. Ochrana konstrukce před vlhkostí, zamezení opětovnému napadení dřevokaznou houbou.	
RB₁	Kompletní výměna poškozených prvků podstávkové konstrukce. Podrobnější průzkum přenosu zatížení z vyšších podlaží v interakci s roubenou a podstávkovou konstrukcí.	Rozsáhlá oprava, technologicky složitá, náklady velmi vysoké.
Pískovcové konstrukce		
ZK_{1,2}	Vyčištění, popř. prohloubení spár, provedení maltového vyspárování.	Lokální rozsah, nízké náklady, technologicky jednoduché.
PZ_{1,2}	Vyčištění, popř. prohloubení spár, provedení maltového vyspárování.	Lokální rozsah, nízké náklady, technologicky jednoduché.
Střešní konstrukce		
VZ₁	Možnost doplnění konstrukčního prvku, pokud umístění splňuje protipožární kritéria.	Nutné správně provést tesařské spoje, náklady nízké.
ZT_{1,2}	Výměna porušené krytiny v místech, kde dochází k průniku dešťové vody, výměna bednění, které vykazuje známky plísní a hniloby.	Jedná se pouze o lokální místa, technologicky nenáročné, náklady dle rozsahu – nízké až vysoké.
ME	Při plošném odstranění mechtů a lišejníků hrozí riziko vytvoření mezer mezi šablonami a také riziko mechanického porušení šablon vzhledem k jejich stáří.	

3.7 Stanovení druhu dřevokazných hub a plísní

Pro navržení správné sanace poškozených konstrukcí dřevokaznými houbami je nutné nejprve určit o jaké typy dřevokazných hub se jedná, jelikož jejich příčiny vzniku a následné degradační procesy se mohou zásadně odlišovat. Za účelem správné identifikace jsem využil možnost spolupráce s katedrální mikrobiologickou laboratoří.

3.7.1 Dřevokazné houby

Stádium rozvoje dřevokazných hub v objektu můžeme označit za pasivní, či ustupující vlivem provedených zásahů za účelem jejich eliminace. Všechna aktivní stadia v podobě viditelných plodnic nebo zdegradovaných dřevěných prvků, které by sloužily pro přesnější a snazší určení druhů, byly při těchto zásazích odstraněny. Pro správnou identifikaci byly využity materiály v podobě odebraného vzorku části ustupující dřevokazné houby a okolního poškozeného dřeva společně s fotodokumentací předešlých zásahů. Vzorek dřevokazné houby byl odebrán pod dřevěnou podlahovou konstrukcí v prostoru hlavní světnice M1.01. Přesnou lokaci místa nalezneme ve výkresové dokumentaci (**Příloha č. 3.01**).

Vyhodnocení vzorku probíhalo s využitím mikroskopu. Nicméně tento způsob se ukázal neefektivním vzhledem k neaktivnímu stavu dřevokazné houby a nemožnosti pořízení odpovídajícího snímku. Přesnou identifikaci by umožnila extrakce DNA s následnou analýzou. Z těchto důvodů se přešlo k identifikaci za pomoci využití pořízených snímků z provedených zásahů. Mezi hlavní určující vlastnosti dřevokazných hub patří jejich růstové projevy (plodnice, provazce, zbarvení) a rozpad dřevěné konstrukce. V tomto případě můžeme na snímcích pozorovat šedé silné provazce prorůstající rovnoběžně se strukturou dřeva, červeno-hnědé zbarvení napadeného dřeva a jeho kvádřikový rozpad. Plodnice těchto hub dle svědectví vykazovaly bílý okraj s rezavě hnědým středem. Všechny tyto poznatky naznačují, že se s vysokou pravděpodobností jedná o druh celulózovorních hub konkrétně o dřevomorku domácí (*Serpula lacrymans*) v kombinaci s menším zastoupením koniofory sklepní (*Coniophora puteana*). Dřevomorka domácí patří mezi nejnebezpečnější a nejobtížněji likvidovatelné houby. Svým charakterem je nebezpečná především proto, že pro stádium vzniku nepotřebuje ve srovnání s ostatními druhy vysokou vlhkost a teplotu, ale pouze hodnoty v rozmezí 30–40 % vlhkosti a teplotu 18–22 °C. Po svém rozvoji je schopna si samočinně vyrábět vlhkost a měnit pH okolních konstrukcí a přispívat tak ke svému růstu.

Neohrožuje pouze dřevěné konstrukce, ale prorůstá i zděnými konstrukcemi, betonovými mazaninami podlah a zemními náspy, což značně komplikuje její likvidaci. [11]



Obr. 57, 58, 59, 60 – degradace dřevěné konstrukce vlivem výskytu dřevokazných hub

3.7.2 Mikromycety (plísň)

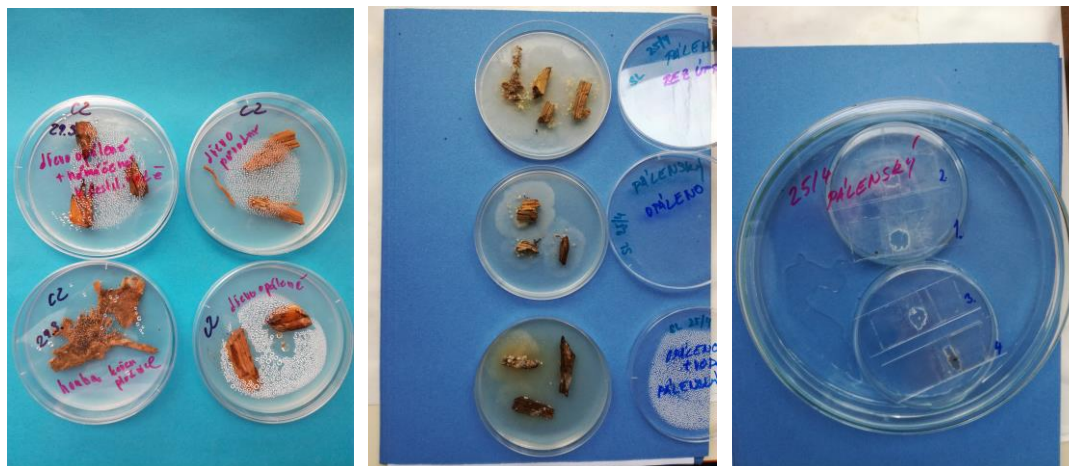
Odebrané vzorky napadených dřevěných prvků vlivem dřevokazných hub byly využity pro identifikaci vyskytujících se druhů plísni. Celkem bylo kultivováno 7 vzorků na dvou typech živných médií a provedeny 4 visuté kapky. Identifikace probíhala pomocí mikroskopu a výsledkem je fotodokumentace nalezených druhů plísni.

Postup experimentu můžeme shrnout do několika hlavních bodů. Prvním krokem bylo rozdělení vzorků do čtyř různých vstupních stavů v podobně neupraveného vzorku dřeva, opáleného, upraveného opálením a namočením do destilované vody a samostatná část dřevokazné houby. Vzorky se vložily do Petriho misek s kultivačním médiem (Czapek-Dox a sladový agar), které obsahuje všechny látky potřebné pro úspěšný rozvoj plísni (agar, slad, specifické pH, minerální látky aj.). Poté se vzorky umístily do inkubátoru (teplota 23 ± 3 °C).

Ve druhém kroku následovalo vytvoření celkem čtyř visutých kapek, které slouží pro lepší pozorování a rozeznání zkoumaného preparátu, protože nedochází k deformaci

jeho skladby. Princip visuté kapky spočívá v umístění vzorku do kapky živného média mezi dvojicí krycích sklíček.

Třetí a závěrečný krok představovala samotná identifikace plísní pomocí mikroskopu (Olympus BX41) a jejich fotodokumentace. Následovalo vyhodnocení snímků dle ilustrací z odborné literatury a za pomoci odborného personálu. V souboru množství mikroskopických snímků byly nalezeny tyto druhy plísní – *Penicillium* sp., *Trichoderma* sp., *Cladosporium* sp., *Acremonium* sp. [7] [8]

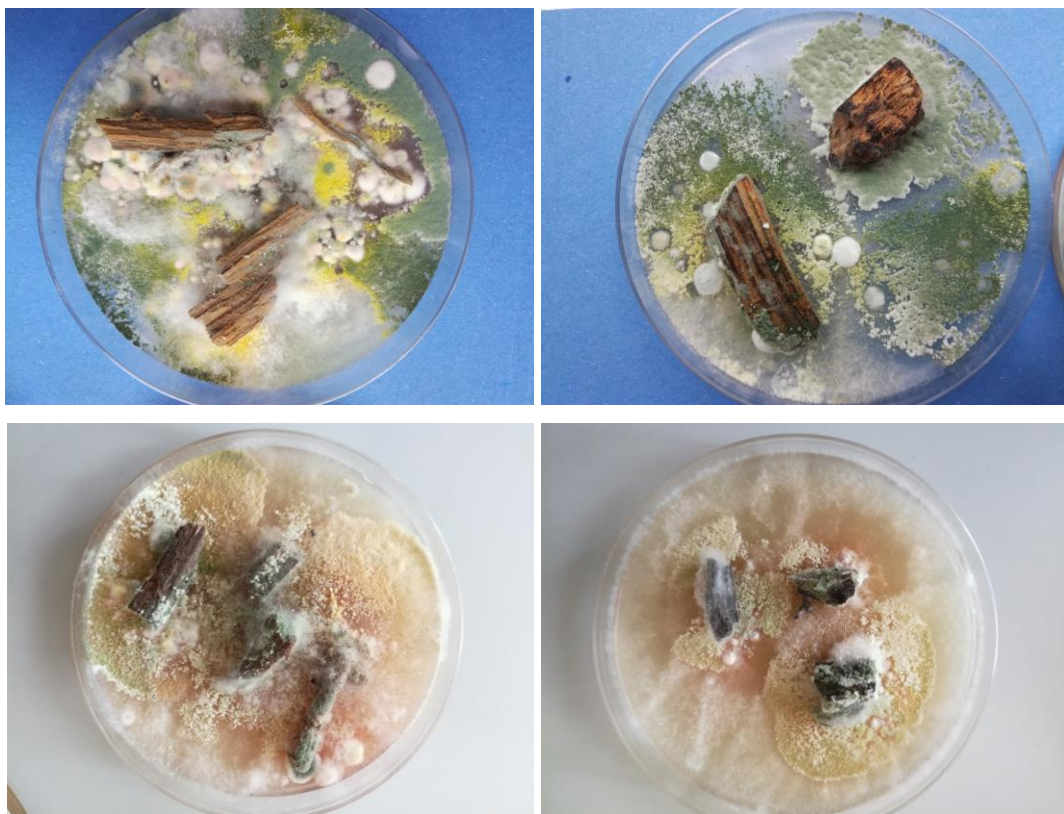


Obr. 61, 62 – sada sedmi vzorků umístěných v Petriho miskách s kultivačním médiem

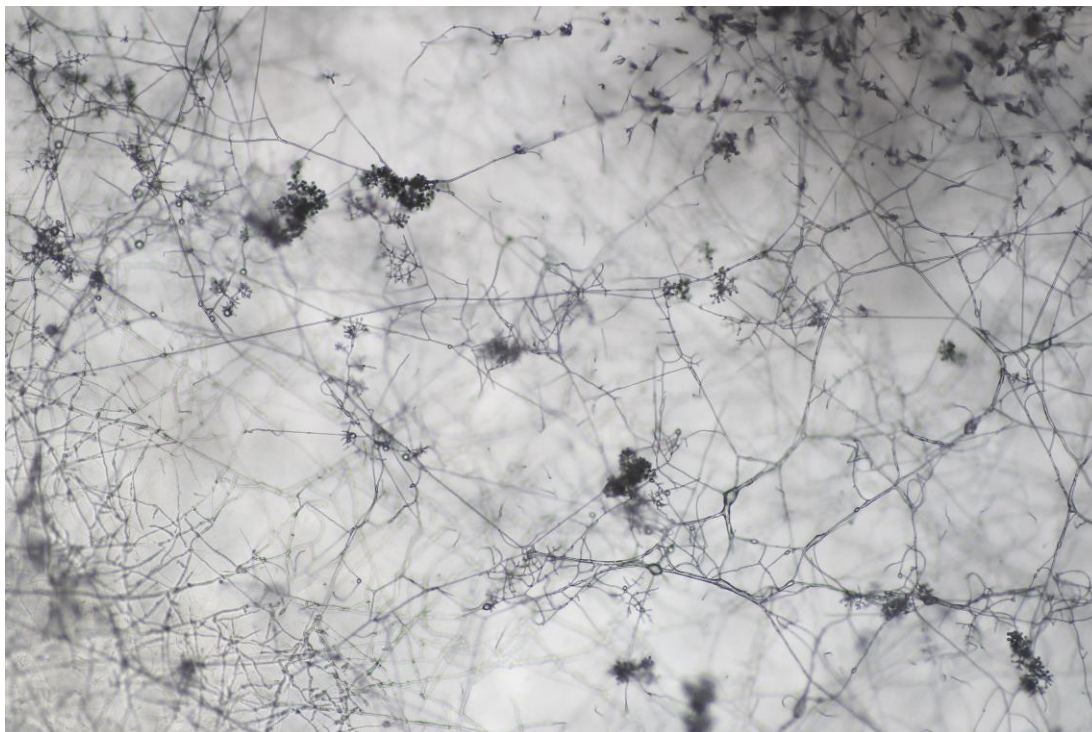
Obr. 63 – sada čtyř vzorků v podobě visutých kapek

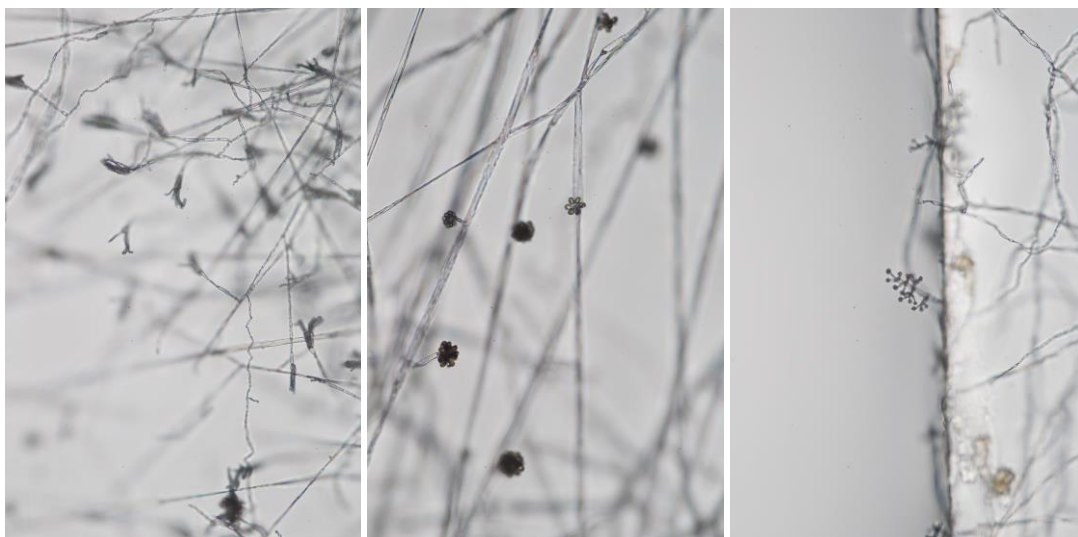


Obr. 64, 65 – zkoumané vzorky v Petriho miskách s kultivačním médiem Czapek-Dox



Obr. 65, 66, 67, 68 – snímky čtyř plně rozvinutých vzorků na kultivačních mediích





Obr. 69, 70, 71, 72 – soubor mikroskopických snímků zachycující jednotlivé druhy plísní

3.8 Návrh sanace konstrukcí zasažených dřevokaznými houbami

V přechozích kapitolách byla specifikována příčina výskytu dřevokazných hub a byly určeny jejich konkrétní druhy. Pro shrnutí se jedná s vysokou pravděpodobností o dřevomorku domácí v kombinaci s konioforou sklepní a příčiny jejich vzniku jsou zvýšená vlhkost a s tím související nedostatečné přirozené větrání. Jelikož se jedná o celulózovorní druh dřevokazných hub, tedy ten nejagresivnější a nejobtížněji likvidovatelný, musí návrh sanace zahrnovat i návrh preventivních opatření pro eliminaci rizika opětovného výskytu těchto hub a plísní. Návrh sanace můžeme rozdělit do několika částí dle materiálového druhu konstrukce. Pro lepší přehlednost a orientaci je vhodné nahlížet do výkresové dokumentace, která ilustruje všechny napadené konstrukce.

Jednotlivé oblasti můžeme rozdělit na část dřevěnou tedy roubenou a podlahovou, část zemního náspu, část zděnou a část betonových podlah. Prvním krokem je pečlivé odstranění všech napadených dřevěných prvků společně s prvky zdravými do vzdálenosti minimálně 0,5 – 1,5 m od napadených částí. V tomto případě se jedná o značnou část roubených nosných stěn a podlahové konstrukce v prostoru hlavní světnice. V průběhu odstraňování napadených konstrukcí je důležité postupovat opatrně, aby nedošlo ke fragmentaci mycelia a riziku rozmnožení. [11] Při odstraňování nosných stěn je nutné navrhnout dočasnou stabilizaci zasažených míst tak, aby nedocházelo k narušení nosného systému celého objektu. Ponechané zdravé dřevěné konstrukční prvky se musí ošetřit preventivně chemickou impregnací či fyzikálními metodami například v podobě

vysoušení horkým vzduchem. Dalším krokem je odstranění všech omítkových vrstev a podlahových betonových mazanin, které přišly do styku s dřevokaznými houbami. Jejich odstranění umožní přístup k zemnímu náspu, který je nutné vyměnit za nový tak, aby se zamezilo možnému zanechání zárodků dřevokazných hub. Pro eliminaci těchto zárodků je důležité všechny konstrukce a zemní náspy chemicky ošetřit. Pro likvidaci dřevokazných hub a jejich zárodků ve zděných konstrukcích je možné použít termosanační metody nebo metody založené na mikrovlnné technologii. [9] Všechny odstraněné materiály se musí pečlivě zlikvidovat, aby nedošlo k jejich rozšíření do okolní zástavby apod. Za vhodný způsob likvidace napadených dřevěných materiálů můžeme považovat transport do míst k tomu určených, například skládek, a zde hluboko zakopat. Za nevhodný a nebezpečný způsob likvidace se označuje pálení těchto materiálů za nízkých teplot a v blízkosti okolní zástavby, kdy může dojít k rozšíření sporů dřevokazných hub. [10]

Součástí této sanace musí být i návrh efektivního opatření pro snížení vlhkosti řešených konstrukcí včetně snížení vlhkosti zemního náspu a základových pískovcových pasů, které jsou zdrojem vztlínající vlhkosti. Sanačních metod je mnoho a primárně je dělíme na metody přímé a nepřímé. Pro zvolení vhodné a efektivní sanační metody je nutné provést podrobný vlhkostní průzkum a určit chemické a fyzikální vlastnosti pískovcového materiálu v podobě velikosti pórů, obsahu solí a pH. Na základě těchto dat můžeme zvolit nejefektivnější přímou sanační metodu v kombinaci s nepřímými preventivními metodami. [10]

Nově zabudované dřevěné konstrukce musí splňovat důležitá kritéria, aby nedošlo k opětovnému napadení biologickými škůdci. Vlhkost dřeva musí dosahovat maximálně 15 %. Konstrukční detaily musí být provedeny tak, aby nedocházelo k zatékání dešťové vody či kondenzaci vody důsledkem tepelných mostů či nevhodně zvolených parotěsných vrstev. Nově zabudované dřevo musí být chemicky impregnováno.

3.9 Návrh sanace klenbové konstrukce v M1.06

Za účelem návrhu nejvhodnější sanace, srozumitelnější vizualizace klenební konstrukce a přesnějšího určení nejvíce exponovaných oblastí a zůstatkové únosnosti poškozené konstrukce bylo vytvořeno několik 3D statických modelů v programu SCIA Engineer 16.0. Cílem bylo vytvořit jednoduché reprezentativní modely sloužící ke srovnání původního nepoškozeného stavu a nynějšího poškozeného stavu v závislosti

na rozložení napětí od působícího zatížení. Fotodokumentaci této klenební konstrukce nalezneme v kapitole 2.5 *Klenby*. Pro stručnou rekapitulaci se jedná o zděnou kopulovou klenbu označovanou jako česká placka, která přechází do opěrného systému v podobě pískovcových stěn, které jsou na straně sousedící s místností 1.07 doplněny o klenební pásek. Klenební pásek se podílí společně s pískovcovou stěnou na přenosu celkového zatížení klenby. Půdorysný tvar místnosti tvoří čtverec o rozměrech 3,0 x 3,0, přičemž největší hodnota vzepětí klenby činí 0,75 m. Klenba je zatížena vlastní tíhou cihelného zdiva, násypem, dřevěnou podlahou a proměnným zatížením představující vybavení místnosti a výskyt osob. Porušení konstrukce spočívá v kolapsu patky klenebního pásu a vypadaného a rozvolněného cihelného zdiva v oblasti dvou rohů. Navzdory závažnému poškození klenební pásu nedošlo k jeho kolapsu. Úvodním krokem k vytvoření odpovídajících modelů bylo geometrické zaměření celého prostoru konstrukce. Nicméně se nepodařilo zjistit přesnou výšku násypu a druh jeho materiálu. Výška násypu byla odhadnuta na základě konstrukční výšky podlaží (2,35 m) a tloušťky klenby (150 mm).

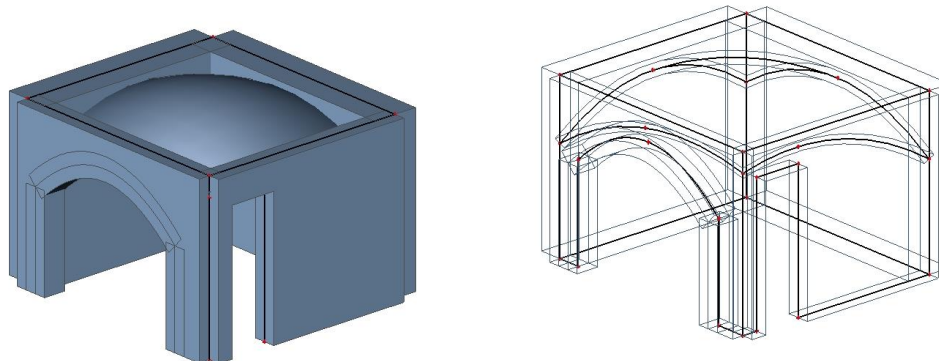
První model představuje celkovou vizualizaci klenební konstrukce včetně opěrného systému. Nicméně tento model se pro výpočet ukázal jako nevhodný, jelikož vyžaduje přesné určení mnoha okrajových podmínek spolupůsobení konstrukčních prvků a jejich materiálových vlastností. Na základě těchto poznatků se přešlo k vytvoření jednodušších modelů, které obsahují méně okrajových podmínek. Tímto postupem vznikly modely samotných prvků vykazující poškození; klenební kopule a klenebního pásu. Následovala definice odpovídajícího stálého a proměnného zatížení. Vlastní tíhu reprezentuje cihelné zdivo o objemové hmotnosti 1900 kg/m^3 tloušťky 150 mm pro hlavní klenbu a 300 mm pro pás. Sypnou hmotnost setřeseného kameniva násypu uvažujeme 1600 kg/m^3 o výšce v rozmezí od 200 mm při vrcholu klenby do 1000 mm v oblasti rohů. Dřevěnou podlahu uvažujeme průměrné tloušťky 75 mm o objemové hmotnosti 500 kg/m^3 . Proměnné zatížení tvoří vybavení místnosti s hodnotou 100 kg/m^2 a osoby s hodnotou 150 kg/m^2 . Hodnoty zatížení jsou orientační a představují aktuální zatížení konstrukce. Zatěžovací plochu klenebního pásu představuje rovnoramenný trojúhelník vycházející ze dvou sousedních rohů místnosti do středu hlavní klenby o vzdálenosti 1,5 m. Zatěžovací plochu hlavní klenby uvažujeme jako její půdorysný průmět o rozměrech 3,0 x 3,0 m. Interakci přechodu hlavní klenby do pískovcových stěn a přechodu klenebního pásu do cihelných patek představuje liniová tuhá kloubová podpora.

Statické modely obou porušených konstrukcí v podobě rozvolněného zdiva hlavní klenby a kolapsu patky klenebního pásu se navzdory několika pokusům nepodařilo

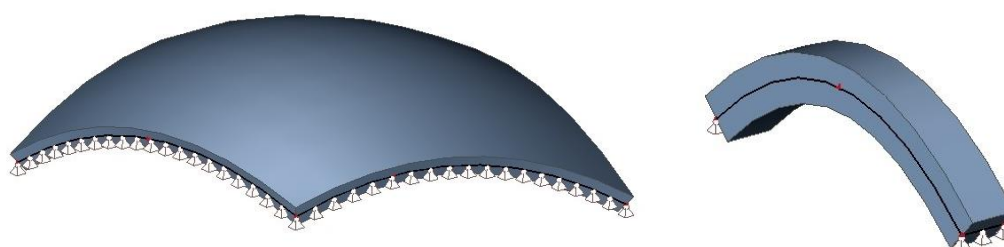
vymodelovat tak, aby se jejich okrajové podmínky blížily skutečnému chování konstrukce a umožňovaly správnou interpretaci. Hlavním důvodem byla absence nástroje pro úpravu skořepinových ploch v kombinaci s pouze základními dovednostmi používání zmíněného programu. Výsledkem těchto pokusů je 3D geometrický model nosných konstrukcí prostoru M1.06 a modely dvou klenebních prvků v idealizovaném neporušeném stavu, které zobrazují rozložení napětí od působícího zatížení. Přestože se nepodařilo vymodelovat aktuální porušený stav těchto klenebních prvků, mohou modely zobrazující idealizovaný neporušený stav na základě logických úvah a odborných znalostí přispět k lepšímu pochopení důsledků statického narušení prvků vlivem rozvolněného zdiva hlavní klenby a absence patky klenebního pásu.

Základní úvahou v případě rozvolněného a porušeného kusové zdiva hlavní klenby v prostoru rohových oblastí může být přenos koncentrace napětí do vyšších úrovní klenby, které vykazují značně vyšší tuhost než porušené oblasti. Zvýšená koncentrace napětí je prozatím bezpečně přenesena hranou klenby do pískovcových zdí pravděpodobně pomocí viditelné šikmé drážky v pískovcovém zdivu, která působí při zkrácení spár důsledkem rozvolnění jako klínová pojistka. V případě statického působení a přenosu napětí v klenebním pásu a nalezení nejvíce exponovaných oblastí je přesné zdůvodnění mnohem obtížněji vysvětlitelné. S jistotou můžeme říci, že konstrukce pásu musí být nějakým způsobem provázána s pískovcovou stěnou nebo částečně také s hlavní klenbou. V opačném případě, pokud by nebyla, s nejvyšší pravděpodobností by došlo k okamžitému kolapsu celého klenebního pásu.

Na základě těchto dedukcí a zjištěných poznatků můžeme navrhnout vhodnou sanaci. Ideální variantou se jeví kombinace doplnění kusové zdiva (v případě patky nové vyzdění), hloubkové zatmelení spár a v konečné fázi chemická injektáž za použití syntetických látek např. polyuretanů. Vlivem vzlínající vlhkosti pískovcového zdiva můžeme pozorovat značné zvětření malty, proto je v tom případě chemická injektáž velmi vhodnou metodou. Důsledkem proniknutí látky do samotných pórů a dutin se zvýší pevnost malty a celkově i pevnost zdiva. [10] [12]

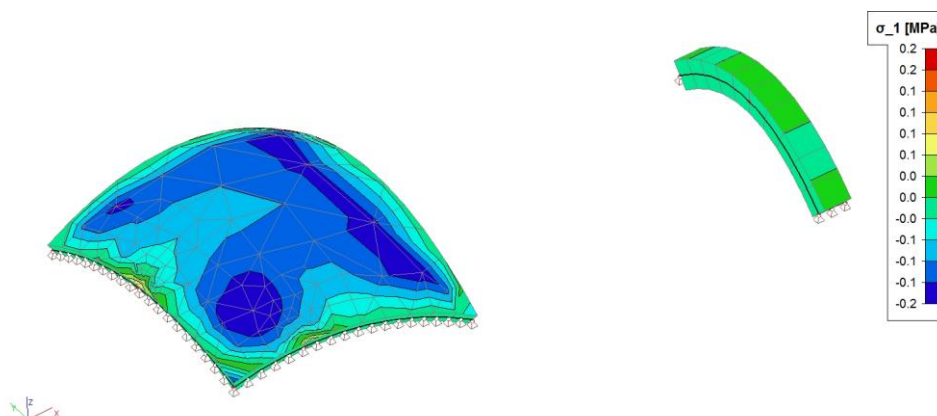


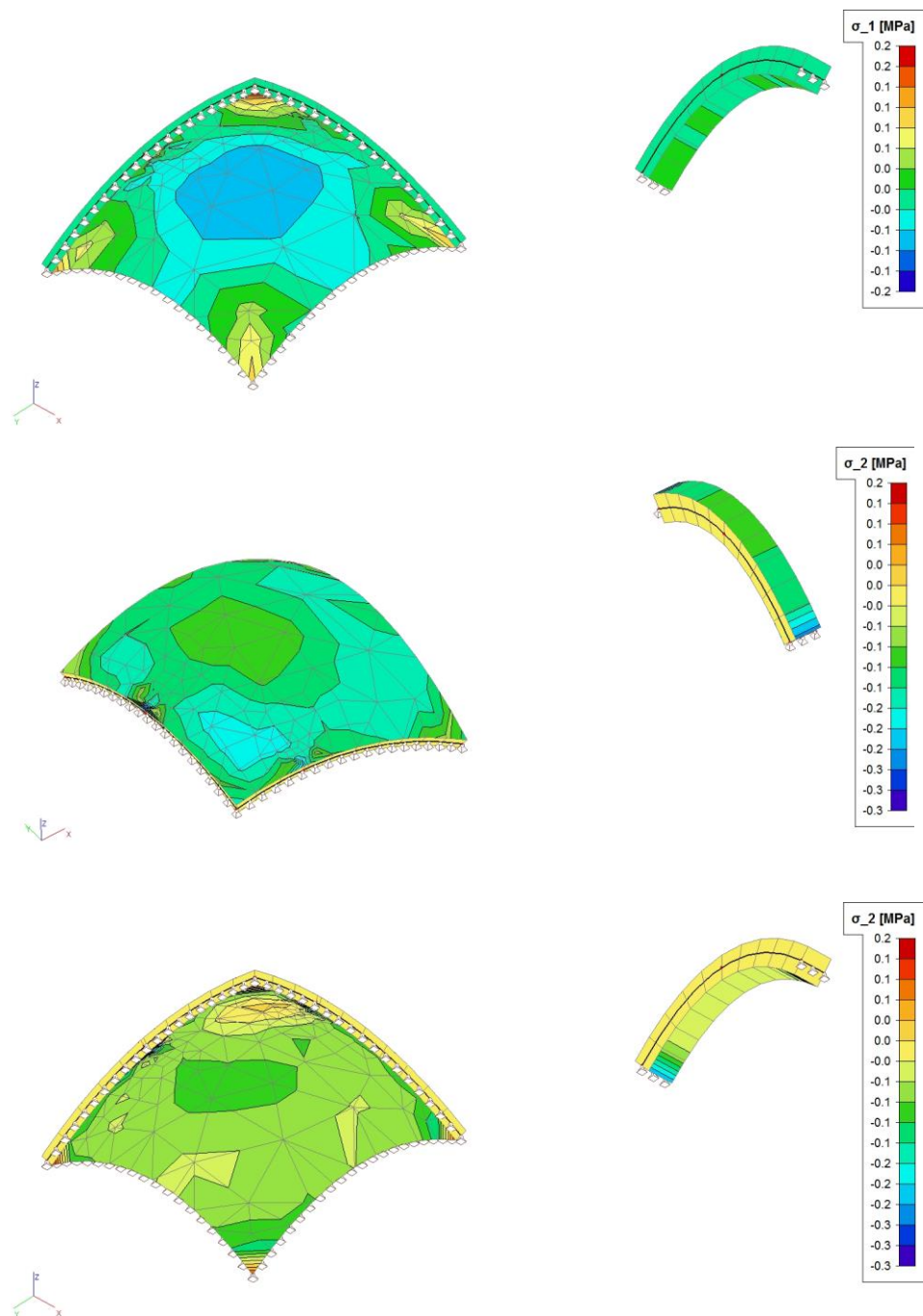
Obr. 73, 74 – 3D model zděné klenební konstrukce včetně opěrných pískovcových stěn



Obr. 75, 76 – 3D modely hlavní klenby a klenebního pásu

Výsledkem statických výpočtů v programu SCIA Engineer 16.0 je protokol, který obsahuje identifikaci modelovaných prvků, jejich materiál, jednotlivé zatěžovací stavy a kombinace, deformovanou konstrukci a výstupní model 3D napětí zobrazující hlavní veličiny σ_1 a σ_2 v perspektivním pohledu shora a zdola. Správná interpretace těchto výsledků vyžaduje odbornější znalosti v oblasti mechaniky a statiky, proto je jejich význam v tomto případě spíše ilustrativní. Kompletní protokol výsledků je součástí příloh (Příloha č. 4.01).





Obr. 77, 78, 79, 80 – Výstupní model 3D napětí zobrazující hlavní napětí σ_1 a σ_2 , perspektivní pohledy shora a zdola

ZÁVĚR

Bakalářská práce se zabývá stavebně-technickým průzkumem, analýzou poruch a vad konstrukcí a následně návrhem jejich sanace. Stavebně-technický průzkum definuje jednotlivé konstrukce a popisuje jejich aktuální technický stav. Součástí průzkumu je předběžný vlhkostní průzkum a určení geotechnických parametrů. Cílem stavebně-technického průzkumu je vyhotovení výkresové dokumentace zobrazující konstrukční řešení objektu a materiály konstrukčních prvků. Analýza poruch a vad objektu popisuje všechny globální i lokální nalezené poruchy a vady a zkoumá jejich příčiny a důsledky, především se pak zabývá problematikou biodegradačních procesů. Analýza slouží pro předběžný návrh sanace zjištěných poruch. Předmětem podrobnějšího návrhu sanace jsou konstrukce zasažené dřevokaznými houbami a klenební konstrukce v místnosti 1.06. Cílem této kapitoly bylo zakreslení nalezených poruch a vad do samostatné výkresové dokumentace, jejich ilustrace v podobě fotodokumentace a návrh sanace poškozených konstrukcí.

Na základě všech zjištěných poznatků lze konstatovat, že stádium životnosti daného objektu se blíží ke svému závěru a kvalita vnitřního prostředí je poměrně nepříznivá. Hlavní příčinou rozsáhlého poškození konstrukce je dlouhodobé působení zvýšené vlhkosti, kterou dokládá předběžný vlhkostní průzkum a kterou zapříčinilo mnoho různých faktorů – zvýšená dotace dešťové vody vlivem nevhodné realizace přilehlé asfaltové vozovky, svahování terénu směrem do objektu, nasákavost základové konstrukce v podobně pískovcových kvádrů, nedostatečné přirozené větrání objektu, krátkodobé a řídké obývání objektu. Následkem dlouhodobě zvýšené vlhkosti je napadení konstrukce biodegradačními činiteli v podobě dřevokazných hub a hmyzu. V případě dřevokazných hub se jedná o nejagresivnější a nejobtížněji likvidovatelný druh celulózovorních hub – dřevomorky domácí a koniofory sklepní. Dřevokazní činitelé poškodili rozsáhlou oblast dřevěných nosných i nenosných konstrukcí 1. NP, což způsobilo celkovou změnu statického působení nosné konstrukce a přímo ovlivnilo konstrukce 2. NP, kde se tato změna projevuje výskytem mnoha značných trhlin. Sanace všech konstrukcí přímo nebo nepřímo ovlivněných dřevokaznými houbami je velmi rozsáhlá a technologicky náročná, proto je nutné zvážit výhodnost její realizace a přínos v delším časovém horizontu vzhledem k životnosti objektu, způsobu využití a stavu

ostatních konstrukcí. Naopak sanaci klenební konstrukce v prostoru 1.06, která představuje značné riziko kolapsu, je vhodné provést v co nejkratší době.

Bakalářská práce velmi obohatila mé znalosti v problematice vyhodnocení stavu a návrhu rekonstrukce historického objektu a propojila znalosti s návrhem a dlouhodobou funkčností novostaveb. Zároveň jsem si vyzkoušel, jak náročné je provést stavebně-technický průzkum budovy, která byla postavena téměř před 150 lety. Tato práce prohloubila mé dosud nabyté znalosti ohledně biodegradačních procesů a jejich činitelích. Významnou zkušeností byla možnost bližšího průzkumu druhů plísní a hub v laboratoři ve spolupráci s odborným personálem. Jsem rád, že jsem mohl vyzdvihnout objekt, který je svým charakterem velmi typický pro naši lidovou architekturu.

LITERATURA

- [1] Město CVIKOV. www.cvikov.cz [online]. [cit. 20.3.2017].
Dostupné z: <http://www.cvikov.cz/?show=turistika>
- [2] Město CVIKOV. www.cvikov.cz [online]. [cit. 20.3.2017].
Dostupné z: <http://www.cvikov.cz/?show=historie>
- [3] PEŠTA, Jan. *Rekonstrukce roubených staveb*. Praha: Grada, 2013. ISBN 9788024732398.
- [4] Karel Plicka. www.osobnosti.cz © 1996-2017 Tiscali Media, a. s. [online]. [cit. 25.3.2017]. ISSN 1801-5131
Dostupné z: <http://zivotopis.osobnosti.cz/karel-plicka.php>
- [5] Osobní rozhovor s RNDr. Peterem Pálenským, 10. 3. 2017
- [6] Vlastnosti pískovce. www.lidova-architektura.cz © 2000-2013 Martin Čerňanský [online]. [cit. 6.4.2017]. Dostupné z: <http://www.lidova-architektura.cz/architektura-historie/stavby-material/piskovec-vlastnosti.htm>
- [7] TVRZOVÁ, Ludmila, CHUMCHALOVÁ, Jana, NĚMEC, Miroslav, a kol. *Miniatlas mikroorganismů*. © 2006 Masarykova univerzita [online]. [cit. 28. 3. 2017]. ISSN 1802-128X.
Dostupné z: <https://is.muni.cz/do/rect/el/estud/prif/ps06/mikroorg/web/index.html>
- [8] ROBERT A. SAMSON .. *Food and indoor fungi*. Utrecht: CBS-KNAW Fungal Biodiversity Centre, 2010. ISBN 907035182X.
- [9] *Sanace a rekonstrukce staveb ...: konference České stavební společnosti .. konference WTA CZ: sborník odborných příspěvků*. Praha: Česká stavební společnost, 1979, 2012(34).
- [10] WITZANY, Jiří. *PDR – poruchy, degradace a rekonstrukce*. V Praze: České vysoké učení technické, 2010. ISBN 9788001044889.
- [11] WASSERBAUER, Richard. *Biologické znehodnocení staveb*. Praha: ARCH, 2000. ISBN 8086165302.
- [12] SOLAŘ, Jaroslav. *Poruchy a rekonstrukce zděných staveb*. Praha: Grada, 2008. Stavitel. ISBN 9788024726724.

SEZNAM PŘÍLOH

1. VÝKRESOVÝ DOKUMENTACE NEPORUŠENÉHO STAVU

- 1.01 – Půdorys 1. NP 1:50
- 1.02 – Půdorys 2. NP 1:50
- 1.03 – Podélný řez 1:50
- 1.04 – Konstrukce krovu; podélný řez a příčné vazby 1:60
- 1.05 – Situace 1:250
- 1.06 – Pohled od JZ 1:50
- 1.07 – Pohled od JV 1:50
- 1.08 – Pohled od SV 1:50
- 1.09 – Pohled od SZ 1:50

2. ZAKRESLENÍ PORUCH A VAD DO VÝKRESOVÉ DOKUMENTACE

- 2.01 – Půdorys 1. NP 1:50
- 2.02 – Půdorys 2. NP 1:50
- 2.03 – Konstrukce krovu; podélný řez 1:50
- 2.04 – Pohled od JZ 1:50
- 2.05 – Pohled od JV 1:50
- 2.06 – Pohled od SV 1:50
- 2.07 – Pohled od SZ 1:50

3. VLHKOSTNÍ PRŮZKUM

- 3.01 – Předběžný vlhkostní průzkum; půdorys 1. NP 1:50

4. PROGRAM SCIA ENGINEER 16.0

- 4.01 – Protokol statických výpočtů 3D modelů klenebních konstrukcí